رارة التعليم العثنالي توالقيشالعلى حالعتال صو الد الذي المناهات الفائمة نَّالَيْفَ "يَعِيْسِگَيْه . الدكؤس رمزي أخمدعدا كحليم

ا حب العالم فعل عندما تحبن أي

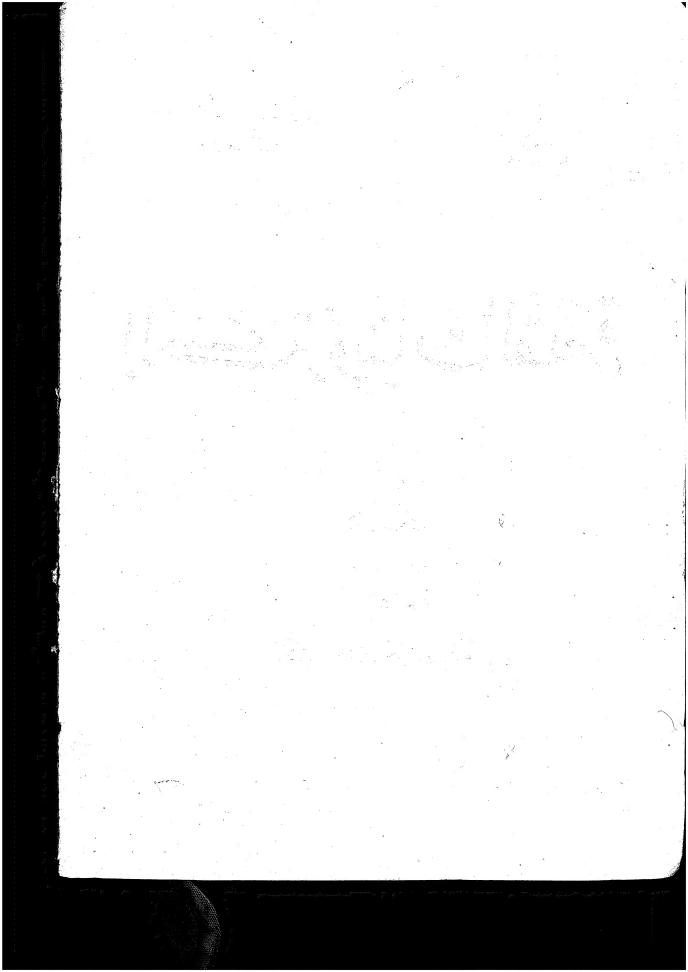


وزارة النعليم المتالى والجحة العلى

الك ترونيًا تُ القائمة

َئَالِيْفِ چېسگيد

ترجثمة الدّكؤيررمزي المحمدعبد الحليم



كلمة المترجم

هذا الكتاب اضعه بين يدي القاريء العزيز مترجما من اللغة الفرنسية الى اللغة العربية ومتضمنا منهاجاً اساسيا متكاملا لمادة الكترونيات القدرة التي تدرس لطلبة المرحلة الرابعة تخصص قدرة ومكائن في قسم الهندسة الكهربائية وككتاب مساعد لطلبة الدراسات العليا.

عتاز هذا الكتاب بغزارة مادته العلمية وبحسن تبويبه وسهولة اسلوبه بطرح المادة العلمية بحيث يعتبر من الكتب القيمة والمفيدة جدا في تدريس مادة الكترونيات القدرة.

لقد حاولت أن يأتي التعريب منسجاً مع النص للنسخة الاجنبية من جانب وسلسا ومفهوما للقاريء من جانب آخر لذا حاولت أن لا ابتعد عن النص الاجنبي الا بقدار ما تقتضيه ضرورة اللغة .

إن هذا الجهد ما هو الا محاولة متواضعة لتوفير كتاب عن الكترونيات القدرة باللغة العربية وأمل أن يكون قد سد شاغرا في هذا الموضوع.

لقد أبقيت المعادلات والرموز بالحروف اللاتينية والحقت في نهاية الكتاب قاموسا (انكليزي _ عربي) بأهم المصطلحات العلمية التي وردت في الكتاب لكي تعين القاريء على الوصول للمعنى بأسرع وقت ممكن .

وأخيرا ادعوا الله العلي القدير أن ينفع بهذا الكتاب ويسدد خطاي وينعم علي بفضله وتوفيقه وهو نعم الموفق والهادي .

المترجم ۱۹۸۸ اود أن اتقدم بشكري وتقديري الى كل من:

_ الدكتور طارق حيد البلداوي/ مدرس في قسم السيطرة الجامعة التكنولوجيا على جهوده القيمة في تقويم الكتاب علميا .

_ السيد عبد العزيز المعيبد/ مدرس مساعد في قسم اللغة العربية . كلية التربية حامعة البصرة على جهوده القيمة وملاحظاته لتقدوم الكتاب من الناحية اللغوية .

_ وألى كل من ساهم في اخراج هذا الكتاب بصورته هذه سائلا العلي القدير أن يوفقهم لكل خير ...

المترجم ۱۹۸۸

المحتويات

18	الفصل الاول: مقدمة
۱۳	I . الكترونيات القدرة لا يمكن أن تكون الا الكترونيات التبديل
10	11 يؤدي التشغيل بالتبديل الى طرق تحليل وبراهين خاصة
10	1-11. طبيعة الحالات المستقرة
10	2.11. طرق التحليل
١٦	3.11. طريقة الدراسة لمنظومة تقويم
	111- الكترونيات القدرة هي تقنية التعديلات لتمثيل الطاقة
17	الكهربائية
17	111-1- الدوال الاساسية
١٨	111-2. التأثلات الالكتروميكانيكية التقليدية
18	3.III. مجالات التطبيق
	الفصل الثاني: مراجعة خاصة بالمركبات الاساسية والاشارات لالكترونيات القدرة
11	والاشارات لالكترونيات القدرة
	ال مراجعةخاصة بالتشغيل ومميزات المقومات
11	1.I ثنائيات
17.1	2.I ثایرسترات
. 77	
7 4	•
**	
Y £	
77	
70	- "'
٤١	****
٤١	
٤ ٢	
٤٥	-3- III فورير
٤,4	
٤.	
04	تارين الفصل الثاني

••••••	الفصل الثالث: المنظومات المقومة بثنائيات
٦	1
٦	1-1- المدلات
٦	2-I المنظومات
٦	I-3-I خطة الدراسة للمنظومات المقومة
٦	11- المنظومات بتبديل توازي
٦	1. II. المنظومات المألوفة
٧	2.II. دراسة الجهود
V :	ا .3. الله التيارات
٨	4. II. هبوط الجهد بالتشغيل الاعتيادي
۸/	5. II في حالة الدائرة القصيرة
41	III . المنظومات بتبديل توازي مزدوج
41	III . المنظومات المألوفة
90	
17	3. III .3. دراسة التيارات
11	4. III . هبوط الجهد بالتشغيل الاعتيادي
1 • 1	5. III . 5. تشغيل في حالة الدائرة القصيرة
١٠٤	IV- المنظومات بتبديل توالي
1. • £	-TV المتقولات ببديل فري المتقولات الجهود المتقولات الجهود المتقولات الجهود المتقولات
١١.	(7.1.1.1.7.1
115	2-IV هبوط الجهود بالتشغيل الاعتيادي
117	€ 17 منوب المواقع المواقع القصيرة
۱۱۸	V- تجمعات منظومات التقويم
۱۱۸	1-V كروات على التوالي طابعا التوالي على التوالي التوالي التوالي التوالي التوالي التوالي التوالي التوالي
۱۲.	1-V جمعات على التوازي
170	VI مقارنة المنظومات . اختيار المنظومات . مثال للتحليل
170	VI - توافقات التيارات الابتدائية
177	1-VI -2-VI للمنظومات المقومة
۱۳۱	
49	عارين الفصل الثالث
٤٧.	الفصل الرابع: المنظومات المقومة بثايرسترات
2 7	الفصل الرابع ، المنطوقات السولة المنظومات بتبديل توازي

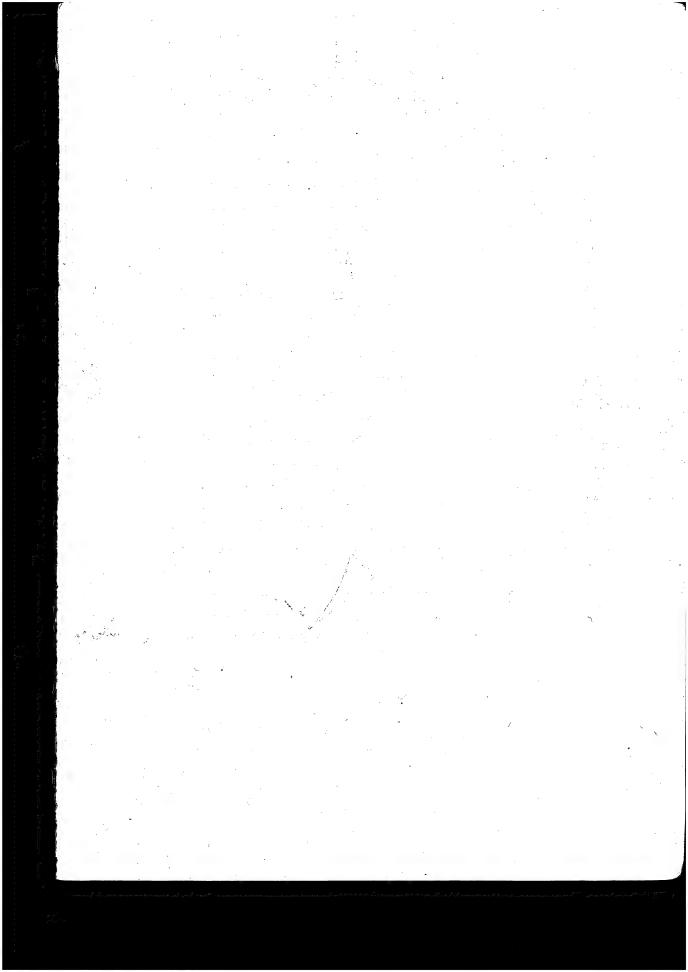
124	I-I تشغيل . دراسة الجهود
107	2-I دراسة التيارات
101	I−3−I دراسة هبوطات الجهد
171	4-I الاحتياطات الواجب اتخاذها في التشغيل كمغير
177	II - منظومات بتبديل توازي مزدوج
174	II –1– منظومات كلها ثايرسترات
١٦٥	-2− II عتلطة
179	III -منظومات بتبديل توالي
179	1-III منظومات كلها ثايرسترات
۱۷۱	III −2− منظومات مختلطة
۱۷٤	IV ملاحظات عامة
	I-IV- توافقات التيارات الابتدائية للمنظومات المغذاة بشّبكة
۱۷٤	ثلاثية الطور
١٨١	2-IV مقارنة المنظومات واحتيارها
۱۸۳	3-IV-عرض نبضات القدح
1Ao	الفصل الرابع السابية الرابع المسابية ال
Ť.	
198.	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
198	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوبـــــــــــــــــــــــــــــــ
194 194	الفصل الخامس: منظمات فولتية التيار المتناوبـــــــــــــــــــــــــــــــ
194 194	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوبـــــــــــــــــــــــــــــــ
194 194	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوبـــــــــــــــــــــــــــــــ
198 198 190	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
198	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 197 190 197	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
198 198 190 197 198	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 197 197 197 198	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 190 197 197 198 199	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 190 197 197 198 199 199 701	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 190 197 198 199 199 701 700	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 190 197 198 199 199 701 700	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب
197 190 197 194 199 199 700 700 700 700 700	الفصل الخامس: منظهات فولتية التيار المتناوب

۲.,

۲۲	سمنا لغصل الخامس
) _[4]	
٤٣	الفصيار السافيدري مقطعات البياد المستخد
7 £	– مقدمات
7 2	
70	-2-I حالة المقطعات شاير سترات
70	
70	II - أمثلة لدوائر الاطفاء
40	-1-11
70	-2-11
70	١١ -١٥ العدم بواسعة الأحال فايرسار في المرد العباب
77	- 111 - Magain - 111
77	-111 - 1 - معظم نيار مستمر بواي او سياس الم
77	III -2- مقطع تيار مستمر توازي أو دافع الجهد ٣
77	-3-111
77	
77	IV. تران سترات القدرة ۸
77/	-1-1v
۲۸.	-2-1 V
7.4	عالات التطبيق . مثال عالات التطبيق . مثال
***	المارين الفصل السادس
74	الفصل السابع: المتغيرات المستقلة

791	The NAME of the State of the St
۳٠١	1-1 مبدأ المنظومات البلاك المدروسة
+ 181	-2-1 مدور ثايرسترات وثنائيات الاسترجاع في الدوائر المساعدة
7.5	للتبديل
7.2	II. مغيرات بثايرسترين على التوازي
٣٠٥	1 II - علم نظري . مبدأ التشفيل
7.1	***
712	2.11. مثال لنظومه مستعمله
717	III- مغيرات بثايرسترين على التوالي

L 1	1-111
٣١,	
41	
777	
44.	
44	
44	2-IV المغيرات الجيبية أحادية الطور
44-	3-IV- انحاز مفيرات ثلاثية الطور
. 45	
729	
729	I- مساطرات السمعة لحب كات التمار المستمر
٣٥.	ا -1-I محرك التيار المستمر
707	
. 701	3-I- مسيط ات السرعة القابلة للانعكاس
777	II- مسيطرات السرعة للمحركات الحثية
777	ا-1- الحرك الحثي الثلاثي الطور
**	-2-II تفيير جهد التغذية
277	-3-11 عند مقاومة الثانوي
٣ ٧٦	4-II من حاء القدرة من الثانوي
٣٨.	
474	
44.	ال مساطرات السم علم للمحر ذات المترامية
44.	١٠٠١ الحرك المتزامن الثلاثي الطور
792	2-III - مسيطرات السرعة مجهد ويتردد تغذية متغيرين
740	
٤٠١	معجم المصطلحات: الاتكليزية _ العربية



المعتدمة

اعطى ايضاح مقومات القدرة . ثنائيات وثايرسترات وترانزسترات . لتقنية مقومات القدرة اهمية كبيرة في مجال الكهرباء الصناعي

فقد اصبح لزاماً معاملة هذه التقنية ، التي تسمى الكترونيات القدرة ، بــوضوح كأفراد مجموعتها ، الالكتروتكنيك (تقنية الكهرباء) والالكترونيات العامة .

نستطيع في دراسة الكترونيات القدرة تمييز حالتين :

- دراسة العناصر. تفسر هذه العناصر، اعتماداً على خصائص اشباه الموصلات التشغيل للمقومات، ومميزاتها والحدود الواجب اتباعها في استعالاتها والشروط التي يجب ان تمثلها اشارات القدح. ثم تعرض الكيفية لتحضير هذه الاشارات ولتسليطها على المقومات.

دراسة دوائر التقويم . توضع هذه العناصرفي دوائر القدرة التي تحوي على مقاومات ملفات . متسعات واحمال فعالة وغير فعالة . ادخال هذه العناصرفي الدوائر نـمـوذجيا لاخطى حيث تؤلف المقومات بتعديل التشغيل بصورة كاملة . وتحتاج لدراسة خاصة .

فلهذه الدراسة الخاصة لدوائر المقومات المستعملة في التطبيقات الصناعية خصص هذا الكتاب

تكون خصائص المقومات السلكونية مفيدة جداً ان تخيل المهندسون والباحثون عدداً وافراً من المخططات للاستعمال . منذ عدة سنوات كان من الصعب رؤيـــة خصائص هذا المولود الجديد بوضوح

ولكن سمحت الخبرة الصناعية بتوضيح فكرة كل هذا وبعدم الاحتفاظ الابعدد قليل من الحلول المفيدة من خلال تكلفتها واداؤها .

ويمكن الان تقديم بصورة منطقية وسهلة دوائر الاساس للمقومات اعتماداً على الدوال التي تمثلها

بالحقيقة ، بدءاً من فكرة كون المقومات تسمح وتسمح فقط بتبديل التمثيل للطاقة الكهربائية ، درست الدوال الاساسية الخمس لألكترونيات القدرة والدوائر المتقطعه لتأمينها .

تمثل هذه الدوال الأساسية الخمس من خلال:

- منظومات مقومة بثنائيات
- منظومات مقومة بثايرسترات
 - مقطعات التيار المستمر
- منظمات فولتية التيار المتناوب
 - مغيرات مستقلة

تسمح هذه التصفية ومجموعاتها حول التحويلات الاساسية الخمسة . بتقديم الكترونيات القدرة تحي صورة كتاب

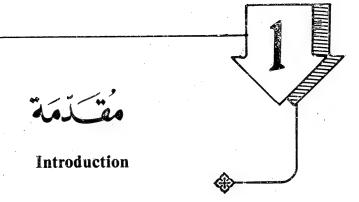
تعتقد ان عصر تخيل المخططات ووصفها بكلمات التشغيل قد انتهى . يجب حساب قيم التيارات والجهود لنقاط المنظومة المختلفة من اجل امكانية اختيار عناصرها بمهارة وتخمين الاداء بصورة دقيقة . لان القدرة المستعملة بزيادة مطردة .

ففي هذا العصر حيث نهض هذا الكتاب يعرض الكترونيات القدرة ودراستها يظهر كل فصل فيه بطريقة لتقديم الحسابات للدالة المدروسة . ويسمح للتدريسيين بوضع تمارين اومسائل ويسمح للمحترفين بحساب عناصر المنظومات .

فقد تطور الكترونيات القدرة . تبنينا الاضافات المتعاقبة لهذا الكتابُ من هذا التطور وذلك بادخال كل ما بدأ استعماله وحذف كل ما لايستعمل بعد الان . ويسمح لنا هذا بعرض الاساس لهذه التقنية تحت صورة كتاب وبنسب مصغرة .

لاتفرض قراءة هذا الكتاب معرفة مسبقة اخرى الا لتلك الحائر عليها كل فنسي ماهر او مهندس من الرياضيات والفيزياء العامة . ومن جهة اخرى لقد جمعنا جميسع المراجعات الضرورية بفصل واحد من أجل الاقتراب بصورة صحيحة من دراسة الدوال الاساسية الخمس

نامل ان هذا العمل ، الذي بدا من الاساسيات وسبق في بعض موضوعاتمه البحوث الحالية الجارية ، سيكون مقيداً للذين اهتموا بدراسة الكترونيات القدرة واستعمالها



ظهر بين الالكتروتكنيك (تقنية الكهرباء) (Electrotechnic) والالكترنيات (Power Electronic) تقنية جديدة سمية بالكترونيات القدرة (Power Electronic)

اعطى الايضاح لاشباه الموصلات (Semiconductors) . ثنائيات . (Semiconductors) السليكوتية والتي ثايرسترات (thyristors) السليكوتية والتي اجازت السيطرة عى التيارات العالية . انطلاقة مهمة لهذه التقنية الجديدة التي سمية كذلك الكترونيات التيارات العالية .

ينبغي قبل عرض الدراسة لالكترونيات القدرة ابراز المميزة الرئيسة principlea ينبغي قبل عرض الدراسة لالكترونيات القدرة المجال لتطبيقاتها (characteristic واظهار الخصائص الناتجة منها وتحديد المجال لتطبيقاتها

1. الكترونيات القدرة لايمكن ان تكون الا الكترونيات التبديل

في حالة الكترونيات التيارات الخفيفة . نضمن هبوط الجهد الناتج من عنصــر فعال . صمام اوشبه موصل . في دائرة مغذات بتيار مستمر . يسمح هذا التضمين بدءاً من معلومات الدخول بايجاد معلومات الخروج اما معدلة او مضخمة

نهتم بصورة خاصة بالعلاقة الناشئة من عمل ما بين اشارات الدخول واشارات الخروج . وبعد ذلك نفحص التجهيز للقدرة من مصدر التيار المستمر (مصدر مساعد) الذي يحتاجه التشغيل .

الدالة الرئيسية هي التصخيم والمميزة الرئيسة هي الربح . نسبة بين مستويات اشارات المدخول الخروج واشارات الدخول

تسمح هذه المراجعة البسيطة بتحديد افضل للمميزة الرئيسة لالكترونيات القدرة التي دعية لعملية التبديل (modulation) وليس لعملية التضمين (modulation)

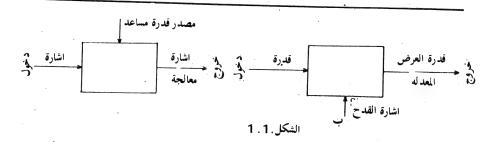
في حالة الكتروئيات التيارات العالية . تصبح الكفاءة هي الرئيسة في جميع التحويلات . لايستطيع عنصر الاساس ان يشتغل بالتعديل لان مفاقيد القدرة . حاصل ضرب التيار × هبوط الجهد ، تحمل الكفاءة بثقل يجب التشغيل في هذه الحالة بالتبديل ، والمقوم هو عنصر الاساس الذي يشتغل بالكل او بشيء ما

عندما يكون المقوم مطفأ . يجب ان يكون التيار المار به مهمالاً ولوكان تحت جهد مرتفع وذلك لكي تكون القدرة المستهلكة قليلة جدا . كذلك عندما يكون المقوم موصلاً حينئذ يعبر تيارا مهما ، ويجب ان يكون هبوط الجهد له قليلا جدا لكي تكون مفاقيد القدرة مهملة مقابل القدرة العابرة . ساكنا ، يلعب المقوم دورا مشابها لدور قاطع التيار الميكانيكي :

- عندما يكون مغلقا أوموصلاً فانه يترك التياريمر باحداث اقل ما يمكن من هبوط
- عندما يكون مفتوحا اومطفأ فانه لايترك التياريمر بالرغم من ظهور جهد على اطرافه.

لاتستخدم اشارات السيطرة المرسلة الى منظومة لالكترونيات القدرة الا لتثبيت لحظة دخول المقومات في حالة التوصيل وتكون القدرة المطابقة لهذه الاشارات قليلة جدا نسبة للقدرة العابرة للمقومات .

يخطط الشكل 1.1 الدوال الاساسية (أ) لالكترونيات العاصة ثم ب) لالكترونيات العاصة ثم ب) لالكترونيات القدرة.



التشغيل بالتبديل الى طرق تحليل وبراهين خاصة

Steady - States

1.11. طبيعة الحالات المستقرة

حسبما تكون المقومات المستعملة في منظومة موصلة او مطفا فان الدائرة المكافئة تختلف في حالة التشغيل المستقريقدم هذا المخطط دورياً نفس الهيأة .

يميز الانتقال لمقوم من حالة التوصيل الى حالة الاطفاء او بالعكس . بداية الحالة العابرة (transient-state)

يكون التشغيل المستقر لدائرة تقويم (Rectification circuit) تابعا دوريا للحالات العابرة

2.11. طرق التحليل

تعودنا في حالة الالكتروتكنيك اوفي حالة الالكثرونيات العامة ، التعامل مع كميات جيبية ومع دوائر خطية ومنه الاستعمال الجاري لطرق التحليل الخاصة بالتيارات الجيبية superposition) والاستعانة المتكررة بمبدأ التراكب smusoidal Currents) الوبنائجه

"نستطيع في حالة الكترونيات التبديل استخدام الطرق نفسها وان كانت ملائمة تسبب اهمية القدرات المستعملة بالإضافة لذلك التمسك بحدر خاص بدقة النتائج الرقمية ويجب تجنب;

- التقريبات (approximations) المبكرة او المدركة بالحوس .
 - التطبيق لطرق التحليل للدوائر الخطية (linear circuit)

بما انه سوف نتعامل مع الحالات العابرة المتجددة دورياً . رأينا من المفيد اجسراء مواجعة لكل من :

- الحالات العابرة
- الكميات الدورية غير الجيبية .

11.3. طريقة الدراسة لمنظومة تقويم

لدراسة منظومة يجب اولا وصف التشغيل لها . اي تخيل تحركات المتغيرات المختلفة خلال المراحل المتعاقبة لدورة (كل مرحلة تطابق الهيأة التي تعطى للمنظومة لحالة التوصيل او لحالة الاطفاء لمقوماتها).

تستطيع خلال كل من هذه الفترات :

- كتابة المعادلات التفاضلية التي تربط المتغيرات المختلفة .
- استنتاج علاقات المتغيرات منها بثوابت التكامل الدقيقة .

ننتقل حينئد الى الفترة التي تليها وهكذا حتى نصل الى نهاية الدورة (periode). من اجل حذف الثوابت الناتجة خلال هذه التحليلات المتعاقبة ، نلاحظ ان في كل تغير لحالة . بعض المتغيرات (variables,) لاتخضع لعدم الاستمرارية (Discontinuos) وخصوصا هذه المتغيرات لها قيمة في نهاية الدورة مساوية لقيمتها في بداية الدورة

تظهر طريقة التقديم هذه مشوشة كثيرا اوعلى الاقل في البداية ايضا من الملائم مضاعفة التمارين البسيطة التي تسمح بالتعود على الطريقة

قدرة الخروج (Out put power) من منظومة الكترونيات القدرة ولف اقيد (Power losses) تقريبية هي تلك المجهزة من المصدر المرتبط على الدخول تسمح المقومات بتعديل التمثيل للقدرة .

هذا يفسر التحويلات الاصلية المصادفة في الكترونيات القدرة سنخصص ، بعد الفصل المخصص للمراجعة ، فصلاً لدراسة كل واحد من التحويلات .

منظومات التقويم بثنائيات (Diodes Rectification systems) (فصل 3) : تسمح بدءا من مجموعة جهود متناوبة . بالحصول على جهد مستمر De)

(Voltage أو مقوم ·

تكون النسبة لقيمة الجهد المستمر على قيمة الجهود المتناوبة بشكل ملموس ثابتة بالاضافة لذلك فان المنظومات غير قابلة للانعكاس ، اي لايمكن مرور القدرة الا من المجانب المتناوب باتجاه الجانب المستمر.

منظومات التقويم بثايرسترات (Thyristors Rectification systems) (فصل 4): نستعمل نفس الاسس ونفس التجميع للمقومات كالسابقات .

بالمقابل وباستبدال الثنائيات بثايرسترات نستطيع تغيير نسبة التحويل متناوب _ مستمر علاوة على ذلك تصبح منظومة قابلة للسلط المناوب : تستطيع المنظومات أن تسلطيع المنظومات أن تستطيع من الجانب المستمر وحقنها في الشبكة المتناوبة ، تشتغل المنظومات حينئذ كمفيرات غير مستقلة .

منظمات فولتية التيار المتناوب (A.C Voltage Regulators) (فصل 5): تسمح بتغيير شدة التيار المقطع من مصدر متناوب معين الى حمل معين .

على الحد وعندما تحافظ على هذا التيار بقيمة صفر ، فانها تقوم بدور قواطع التيار الساكنة .

مقطعات التيار المستمر D.C Choppers (فصل 6) :

تؤمن التقطيع الدوري لتيار مقطع من مصدر مستمر الى حمل تسمح بتغيير القيمة المتوسطة للجهد (average value) على اطراف الحمل بين قيمة جهد المصدر والصفر.

بربطهم بصورة مختلفة ، تسمح هذه المقطعات بجعل الجهد المستمر للخروج اكبر من جهد المصدروتلعب الدورلمحولة التيار المستمرينسبة متغيرة بصورة مستمرة .

مغیرات مستقله Inverters (فصل 7) :

تغذى بواسطة مصدرتيارمستمروتجهزجهد اوعدة جهود متناوبة.

تستطيع تغيير التردد للجهود المتناوبة وفي بعض الحالات تستطيع تغيير نسبة التحويــــل مستمر – متناوب .

في حالة السكون ، مع منظومات قليلة الازعاج ومؤكدة وباستجابة سريعة وغالباً قليلة الثمن ، تسمح الكترونيات القدرة باجراء اعمال تؤمن سابقاً بواسطة مكائس دوارة بواسطة اجهزة تقنية الكهرباء التقليدية .

- المنظومة المقومة بثايرسترات تكافيء المجموعة محرك حثي محرك تيار مستمر .
 - المنظم لفولتيـــة التيار المتناوب يكافّــي، المحولــة الذاتية بزلاقة .
 - المغير المستقل يكافيء المجموعة محرك تيار مستمر مولد متزامن .

اما المقطع للتيار المستمسر فانه يحل مشكلة التي ليس لها سابقاً حل ملائم .

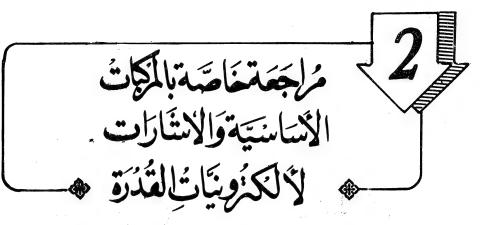
111.3. مجالات التطبيق

تجد الدوال الاساسية الخمس لالكترونيات القدرة التي عددناها ، تطبيقانها في جميع مجالات التطبيق للكهرباء ، اي ، في جميع المصانع .

عي بالتي ما الله نوع من التطبيقات الذي استحق لاهميته تطوراً خاصاً . المقصود بسه لمسيطرات السرعة وخصصنا الفصل الاخير لها .

تشكل الـــكترونيات القدرة لــكل مجال للتيارات العالية عنصــراً اساسياً للتحرك . لم يتوقف استعمال منظومات التقويم من الازدياد ، هذه الحركة السريعة كانت موقوفة ولفترة طويلة بالعدد القليل جداً للاشخاص المختصين بهذه التقنيــــة الجـديــدة .

تكون بادرة جدية من المختصين بالتيارات الخفيفة وحاصة بالكترونيات القدرة ضرورية لأن في التطبيقات الصناعية اعداد اشارات بمستوى منخفض يفتح دوماً السيطرة على المقومات



قبل البدء بدراسة منظومات التقويم يكون لزاما مراجعة :

(Rectifiers)

المقومات .

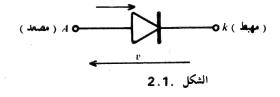
الحالات العابرة . (Transient – states)

- الكميات الدورية غير الحبيبية . (Unsinusoidal periodic quantities)

1. مراجعة خاصة بالتشغيل ومميزات المقومات

Diodes ثنائيات 1.I

الثنائي هو شبه الموصل البسيط المتكون من وصلة .PN واحدة Junction . يعطي الشكل 2.1 تمثيله الرمزي ويبين الاشارات الاصطلاحية المتفق عليها للتيار وللجهد .



1.1.1 حالة التوصيل

عندما تحاول الدائرة الموضوع بها الثنائي تمرير تيار في الاتجاه المباشر . اي . من المصعد (Anode A) باتجاه المهبط . يكون الثنائي موصلا .

ياخذ التيار ، الموجب قيمة تحدد بواسطة بقية الدائرة . يجب المحافظة بحيث لاتتعدى القيمة المتوسطة للتيار ، عن القيمة المتوسطة للتيار المباشر المسموح به للثنائي .

للجهد v على اطراف ثنائي والمساوي $v_A - v_K$ قيمة موجبة منخفضة وبحدود فولت وبتفريب اولى نستطيع اهمال هبوط الجهد المباشر هذا مقابل الجهود الاخرى في الدائرة .

2. 1.1 حالة الاطفاء

عندما يحاول جهد سالب على الاطراف تمرير التيار في الانجاه غير المسموح به (الاتجاه العكسي). يكون الثنائي مطفاً

يمكن أن يأخذ الجهد السالب أو الجهد العكسي وتحت تأثير بقية الدائرة قيماً عالية . يجب المحافظة ليبقى الجهد العكسي أقل من الجهد العكسي الاقصى الذي يمكن أن يتحمله الثنائي

يكون التيار السالب او التيار العكسي (Inverse Current)) منخفضا جدا نسبة للتيارات الموجودة خلال مرحلة التوصيل لتقريب اولي نستطيع الهاله

3.1.I ممينزه مبسطة : -

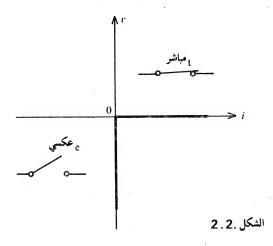
نفرض في دراسة الدوائر بان الثنائي مثالي (الشكل 2.2) :

- هبوط مباشر بالجهد بقيمة صفر.

- تيار عكسي بقيمة صفر.

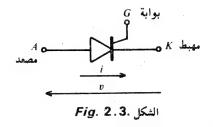
يلعب الثنائي دور قاطع مثالي للتيار . مغلقاً أو مفتوحاً تبعاً لمرور التياربة في الاتجاه المباشر أو في الاتجاه العكسي .

نستطيع عندما يكون ضرورياً . كما سنوضحه تصحيح النتائج المكتسبة من أجل أخذ الهبوط بالجهد بالنظر المعلوم



2.1 ثايرسترات

الثاير سترهو شبه موصل بثلاث وصلات Junction . بالاضافة للمصدر A للمحيط K . فأن لهذا المقوم قطباً للاشعال أوبوابه K (الشكل K)



. 1.2.1 حسالات التشسفيل : –

• يكون المقوم مطفأ حين يكون الجهد ٧ على اطرافه سالباً ويبقى مطفاً عندما يصبح الجهد ٧ موجباً.

عندما يكون الجهد ٧ موجباً واذا مررنا بين البوابة والمهبط نبضة موجبة لتيار، يصبح المقوم موصلاً.

عندما يكون موصلاً . يتصرف النايرستر كالثنائي ولاينطفىء الا اذا تصفر التيار الله الله الله الله المنافقة عندما تصبح قيمته أقل من قيمة قليلة تسمى « تيار الحفاظ » للتوصيل (Latching)

بالحقيقة تفقد البوابة قدرتها على السيطرة بعد القدح

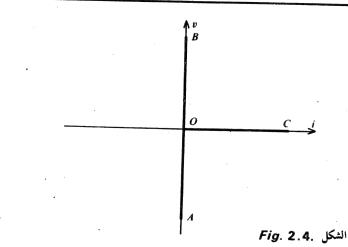
2.2.I ممينزه مبسطه: -

يشمل المخطط لمميزة الثايرستو (الشكل 2.4) على ثلاثة فروع: -

 \cdot الب : ثایرستر مطفی OA,

نايرستر و جهد موجب ولا توجد نبضة على البوابة منذ ان أصبح الجهد v موجباً: ثايرستر OB, مطفاً

. بعد ارسال نبضة على البوابة وعندما يكون الجهد v موجبا v أيرستر موصل OC



أهمل هذا التخطيط : -

فرع OA ، تيارالتسوب العكسي (i سالب قليل جدا) .

- فرع OB ، تيار التسرب المباشر (موجب قليل جداً) .

مرح OC مبوط مباشر بالجهد (v موجب بحدود فولت) . OC

الجهد المباشر الذي يستطيع ان يتحمله ثايرستر بتيار بوابة بقيمة صفر يكون بحدود الجهد العكسي الاقصى .

Transient States

مراجعة خاصة بالحالات العابرة

11.1. قواعد عامـة

عندما تغيير دائرة (تسليط جهد، فتح، غلق، بتغيرالحالة للمقوم). يعطى المتغير x من خلال الحل لمعادلة تفاضلية التي يحمل بها التشويش (perturbation)) في الطرف الثاني. هذا الحل هو المجموع لحدين: –

من الحل العام للمعادلة المتجانسه أومع طرف ثاني بقيمة صفر.

يعطى الحل الحالة الحرة (free state) للدائرة Xe دوماً وعملياً دالة تنازلية 'للزمن بسبب التوهين المسبب من المقاومات .

- ومن الحل الخاص للمعادلة مع طرف ثاني :

يعطي هذا الحل الحالة القسرية forced state أي الحالة التي يفرض بها النشويش على الدائرة . وتحصل عليها من جهة أخرى بالمطابقة . اذا كان للحالة المستقرة زمن للاستقرار . يستمر الحل الثاني هذا وحده .

يدخل الحل العام للمعادلة عدداً من ثوابت التكامل مساوياً لدرجة المعادلة التفاضلية . تتحدد قيمة الثوابت بواسطة الحدود الشرطية conditions limits لا تخضع بعض القيم لعدم الاستمرارية . كحالة التيار لجاثة وحالة الجهد على طرفي متسعة .

يجب ان تكون معادلة الدائرة المثبتة بناءً على التشويش ملائمة بقدر الدائرة التي كتبت من اجلها المعادلة . بصورة خاصة يجب ان تكون ملائمة للحظة قصيرة جداً بعد التشويش .

11.2. دوائر بمعادلات تفاضلية من الدرجة الاولى

Circuits With First Order Differential Equations

اذاكان x المتغير.

. قيمته في اللحظة 0 = 1 للتشويش x_0

t=0, عند القسري عند x_{fo}

$$a\frac{dx}{dt} + bx = f(t)$$

$$x = (x_0 - x_{f_0}) e^{-\frac{b}{a}t} + x_f$$

تسمى au ، المساوية a/b ، تأبت الزمن للدائرة . (Time constant) امثلة : -

دائرة L.R

$$L \cdot R = f(t)$$

$$i = (i_0 - i_{f_0}) e^{-\frac{R}{L}t} + i_f.$$

$$Ri + u = f(t)$$

$$i = C \frac{du}{dt}$$

$$RC \frac{du}{dt} + u = f(t)$$

$$u = (u_0 - u_{f_0}) e^{-\frac{t}{RC}} + u_f.$$

11.3. درجة اولى . أمثلة للتطبيق

اختيرت هذه الامثلة المصنفة من خلال درجة صعوبتها المتزايدة لأنها:

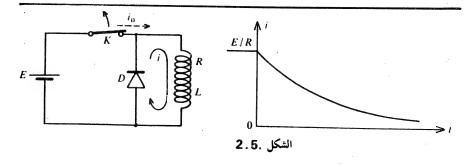
- تستعمل جميعها مقومات .
- تطابق جميعها لمنظومات لها تطبيقات صناعية .

1.3.II. تفريغ لدائرة مقاومية ومحاثية من خلال ثنائي (الشكل 2.5) (حالة عابرة لادورية) .

عندما يكون قاطع التيار K مغلقاً ، عند t < 0 ، يكون الثنائي مطفأ Kن الجهد على -E اطرافه یکون مساویا

. يمر في L, R تيار i_0 مساوياً E/R اذا كان K مغلقا منذ فترة طويلــــة بفتح قاطع التيار L, R بيتضائل التيار L اذا تصغر التيار انيا في L بيكون التيار L بفتح قاطع التيار L

(مشكلة الفتح لدائرة حثية).



يسمح وجود الثنائي D للتيار i بالاضمحلال من خلال تبديد الطاقة . L,R يقصر D في المقاومة R ، لأن الثنائي D يقصر L_{i0} ,

 $Ri + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 0$, $i = i_0 e^{-\frac{R}{L}t}$

يقوم الثنائي D المستعمل ، مقام مقاومة التفريغ من اجل تجنب زيادة جهد الانزلاق لفتح دائرة محاثية .

2.3.11 بغذية حمل محاثي بواسطة جهد جيبي عبر ثنائي (شكل 2.6) (حالة عابرة دورية).

عندما يكون الثنائي ٦ مطفاً. يكون التيار / ثابتا وبقيمة صفر ، وعند ئذ يكون الجهد . v على اطراف المقوم مساويا لجهد التغذية v_{D} تبقى حالة الاطفاء هذه مادام الجهد

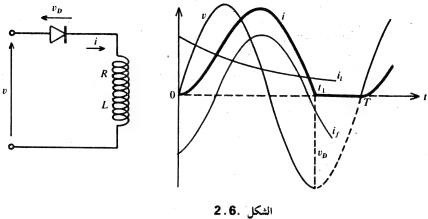
 $v = V_m \sin \omega t$

عند t=0, عند t=0 عند موجباً ويصبح الثنائي موصلا بدءاً من هذه اللحظة. $L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri = V_m \sin \omega t.$

اذن

$$i = i_f + i_l = \frac{V_m}{Z} \left[\sin \left(\omega t - \varphi \right) + \sin \varphi \, e^{-\frac{R}{L}t} \right]$$

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \, \omega^2} \,, \qquad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{L\omega}{R} \,.$$



تعطى اذن قيمة 11 من خلال

$$\sin(\omega t_1 - \varphi) = -\sin\varphi e^{-\frac{R}{L}t_1}$$

 $t=t_1$ بين . L/R اكبر من T/2 وبالأحرى قريبة من T كلما كبرت النسبة \cdot يكون الثنائي مطفًّا t = T,

$$i=0$$
, $v_D=v$.

مسلاحظات:

- أ) نجد هنا ، لاول مرة ، اسلوب دراسة الحالات العابرة المشار اليها في الفصل 1 (الجزء IT). فرضنا بان قبل مرور الجهد v المتزايد من خلال الصفر يكون المقوم مطفأ . نتحقق ان الحالة هي نفسها في بداية الدورة التالية .
- ب) في اللحظة $t=t_1$ ، نرى ظهور تغير مفاجيء للجهد v_D . نستطيع استعمال هذه المنظومة كمولد بدائي للنبضات .
 - يشكل الجهد v_D عندئذ جهد الخروج
 - ج) حالات محددة
 - اذا مالت قيمة $\frac{L\omega/R}{2}$ باتجاه الصفر (حمل مقاومي صرف): $\frac{T}{2}$. تميل باتجاه t_1
 - $0 < t < \frac{T}{2}$ عند $\frac{V_m}{R} \sin \omega t$ عند i $\frac{T}{2} < t < T$ يميل باتجاه الصفر، عند

يتكون التيار من نصف موجة جيبية موجبة لكل دورة .

- اذا مالت قيمة $L\omega/R$ باتجاه المالانهاية (حمل محاثي صرف):

T میل باتجاه t_1

يميل باتجاه $\frac{V_m}{L\omega}(1-\cos\omega t)$ عند t< T عند $\frac{V_m}{L\omega}(1-\cos\omega t)$ يتكون التيار من مجموع حد ثابت وحد جيبي ولا يتصفر الا في اللحظة t=0

3. 3. II دائرة اطلاق (Free Wheeling Current (الشكل 2.7) (حالتان عابرتان لكل دورة).

يبين التمرين السابق التقويم لجهد متناوب احادي الطورفي حالة التقطيع على حمل RL. لغرض تقليل التموج للتيار المقوم المجهز الى الحمل وخصوصا الغاء الفترات بتيار ذي قيمة صفر ، نربط مع الحمل ثنائي « للعودة » او « للدوران الحر ».

 $v=V_m\sin\omega t$ يوصل ، يكون الجهد $v=V_m\sin\omega t$ موجباً ، يوصل الثنائي D_1 الثنائي D_2 لان الجهد v_{D_2} يرجع الثنائي D_1 (انظر الصفحة 62) .)

$$L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}+Ri=V_{m}\sin\omega t$$
 $i_{f}=rac{V_{m}}{Z}\sin\left(\omega t-arphi
ight).$ $t=0$ اذاكانت i_{0} قيمة التيارة عند

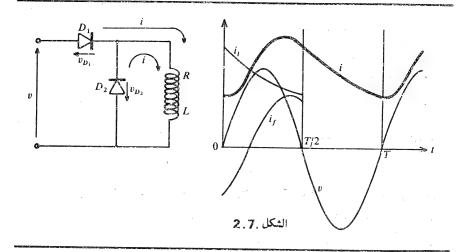
$$i_0 - i_{f_0} = i_0 + \frac{V_m}{Z} \sin \varphi$$

 $i = \frac{V_m}{Z}\sin(\omega t - \varphi) + \left(i_0 + \frac{V_m}{Z}\sin\varphi\right)e^{-\frac{R}{L}t}$

 $i_{\frac{T}{2}} = \frac{V_m}{Z}\sin\varphi + \left(i_0 + \frac{V_m}{Z}\sin\varphi\right)e^{-\frac{R}{L}\frac{T}{2}}$

عند D_2 يكون الجهد v سالباً ، ويوصل الثنائي D_2 (التوصيل للثنائي عند v مساوياً v اذن سالب) . يكون الحمل مقصوراً من خلال ثنائي الاطلاق . D_2

(1)



(2)
$$L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri = 0$$
$$i = i_{\frac{T}{2}} e^{-\frac{R}{L} \left(i - \frac{T}{2}\right)}.$$

في نهاية الدورة ، يجب ان يستعيد القيمة أن

$$\begin{split} i_0 &= i_{\frac{T}{2}} \mathrm{e}^{-\frac{R}{L}\frac{T}{2}} = \frac{V_m}{Z} \sin \varphi \, \mathrm{e}^{-\frac{R}{L}\frac{T}{2}} + \left(i_0 + \frac{V_m}{Z} \sin \varphi\right) \mathrm{e}^{-\frac{R}{L}T} \, . \\ i_0 &= \frac{V_m}{Z} \sin \varphi \, \frac{\mathrm{e}^{-\frac{R}{L}\frac{T}{2}} + \mathrm{e}^{-\frac{R}{L}T}}{1 - \mathrm{e}^{-\frac{R}{L}T}} \end{split}$$

$$i_{\frac{T}{2}} = \frac{V_m}{Z} \sin \varphi \frac{1 + e^{-\frac{R}{L}\frac{T}{2}}}{1 - e^{-\frac{R}{L}T}}.$$

بالتعويض في العلاقات (1) و (2) نحصل ، على تعبير التيار i خلال تصفي الدورة . الدورة . ملاحظات

أ) لا يخضع الجهد على اطراف الحمل لعدم الاستمرارية ، يساوي تدريجياً قيمة r ثم قيمة صفر ، ويغير التعبير في حالة انتقال الجهد r من خلال الصفر . بما ان هذا الجهد يكون مساوياً $L/(\mathrm{d}i/\mathrm{d}t) + Ri$ والتيار الا يخضع هو الاخر لعدم

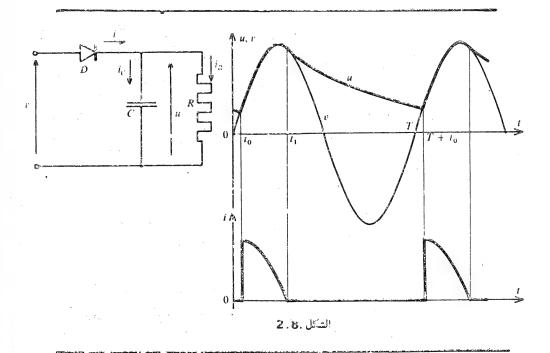
الاستمرارية ، وبالسياق نفسه 'di/di ، فلا يظهر شكل موجة التيار : حدود بارزة التقطيع في حالة التغيرات للثنائي الموصل .

ب) اتت تسمية (الآطلاق) من انه خلال نصف موجة المجهد اليسمح التغطيع للثنائي D_1 للحمل D_2 بخزن الطاقة ، وخلال النصف الاخر للموجة بمساعدة الثنائي D_2 ، يدور التيار في المحاتة بفضل الطاقة المخزونة .

4.3.11 تقطيع لمتسدر جهد جيبي على مقاومة ومتسعة على التوازي عبر ثنائي (الشكل 2.8) (تعيين حدود المراحل المتعاقبة)

تؤمن المتسعة C ترشيح ابتدائي للعجهد المقوم المجهز الى مقاومة الحمل R. ندرس الحالة المستفرة

- عندما يكون جهد التعذية v اقل من جهد اطراف المتسعة v . يكون الثنائي مطفأ . ويصبح موصلاً في اللحظة v - حيث يصبح الجهد v اكبر من v .



$$V_m \sin \omega t_0 = (u)_{t_0}.$$

$$t > t_0$$
, sie

$$u = v = V_m \sin \omega t$$

$$i_R = \frac{u}{R} = \frac{V_m}{R} \sin \omega t$$

$$i_C = C \frac{du}{dt} = C\omega V_m \cos \omega t$$

$$i = V_m \left(\frac{\sin \omega t}{R} + C\omega \cos \omega t \right).$$

 $t=t_1$ يتوقف التوصيل حين يتصفر التيار t_1 ويميل باتجاه قيمة سالبة ، اذن عند t_1

 $\sin \omega t_1 = -RC\omega \cos \omega t_1$.

وتصل قيمة الجهد $T + t_0$ تتفرغ المتسعة في المقاومة وتصل قيمة الجهد $t = T + t_0$ عند $t = T + t_0$

ملاحظات

الاعلى $RC\omega$. تحسب في البداية u/V_m و $u/V_m/R$ الاعلى u/V_m تحسب في البداية ωr_1

$$\omega t_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} - RC\omega,$$
 $(u)_{t_1} = V_m \sin \omega t_1.$

: ننتقل بعد ذلك لاستنتاج ωt_0 من خلال

$$V_m \sin \omega t_0 = V_m \sin \omega t_1 e^{-\left(\frac{2\pi + \omega t_0 - \omega t_1}{RC\omega}\right)}$$

ب) تأثير المتسعة

 $(1/C\omega \gg R)$ مهملة $RC\omega$ اذا كانت قيمة

 $\omega t_0 \simeq 0$, $\omega t_1 \simeq \pi$

الجهد v يساوي الجهد خلال الانصاف الموجبة لموجة الجهد v ويكون بقيمة صفر خلال الانصاف السالبة للموجة . قيمته المتوسطة هي V_m/π

 $(1/C\omega \ll R)$ جيرة جداً $RC\omega$ اذا كانت قيمة $RC\omega$

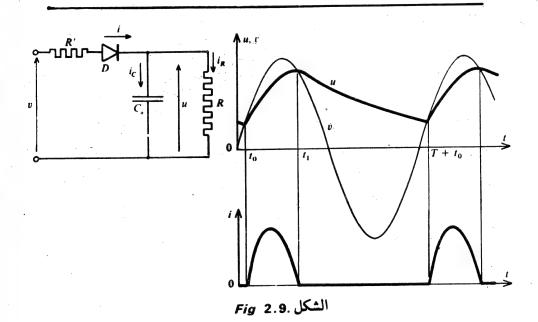
 $\pi/2$ و ωt_1 و ωt_1 و ωt_0

يكون الجهد u مساوياً وبصورة مستمرة للجهد V_m ، والمصدر يجهز القدرة V_m^2/R خلال الفترات v_m^2/R القصيرة جداً .

كلما ازدادت قيمة المتسعة كلما قل التموج المتبقي (residuel) للجهدى . تزداد القيمة المتوسطة U_c لهذا الجهد وتقل فترات الشحن في آن واحد ، اي ان السعة U_c (amplitude) لنبضات التيار U_c المقطع من المصدر ترتفع اكثر فاكثر .

تقطيع لمصدر جهد جيبي على مقاومة ومتسعة على التوازي عبر ثنائي ومقاومة (الشكل 2.9) (حالة عابرة مزدوجة وتعيين مزدوج لحدود المراحل)

لتحديد صدمات التيار المغذى من المصدر عبر الثنائي ، نضع مقاومة 'Rعلى التوالي مع الثنائي (او من الافضل محاثه) . ومن جهة اخرى احياناً تكون الممانعة المداخلية .
 (internal impedance) لمصدر الجهد كافية لتأمين هذا التحديد .



في اللحظة $t=t_0$. يصبح الجهد v الذي كان أقل من u أكبر منه ، يدخل المقوم في حالة التوصيل .

 $V_m \sin \omega t_0 = (u)_{t_0}.$

بدءا من اللحظة ، $t=t_0$ ، يكون التيار المقطع من المصدر . $i=i_R+i_C$,

$$i = \frac{u}{R} + C \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}.$$

 $v = R'i + \mu$

بالتعويض في العلاقة .

يصبح الجهد

$$v = R'\left(\frac{\mathbf{e}}{R} + \mathbf{C}\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}\right) + u.$$

ومنه المعادلة التفاضلية .

$$R' C \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u \left(1 + \frac{R'}{R}\right) = V_m \sin \omega t$$
,

التي تعطي u_i, u_j والتيارات المختلفة .

في اللحظة t_0 , $t=t_0$ التيار $t=t_0$ الذي يعطى دوماً من خلال $t=t_0$ الايخضع لعدم الاستمرارية لان كلاً من الجهدين $t=t_0$ الايخضعان لعدم الاستمرارية يتوقف التوصيل للثنائي $t=t_1$ في اللحظة $t=t_1$ حيث يتصفر التيار $t=t_1$ و $t=t_1$ تفرغ المتسعة $t=t_1$ شحنتها في المقاومة $t=t_1$ تفرغ المتسعة $t=t_1$

$$u = (u)_{t_1} e^{-\left(\frac{t-t_1}{R\mathbf{C}}\right)}$$

ويصل الجهد u قيمة u قيمة اللحظة u الذي يسمح بتحديد هذة القيمة :

ملاحظسات: -

أ) اذا وضعنا المحاثة L بدلاً من المقاومة R . فان شحنة المتسعة ، سينظم من خلال معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية (differential equation)

$$v = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + u \qquad \qquad i = \frac{u}{R} + C\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$$

يعطيان

$$LC\frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}t^2} + \frac{L}{R}\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u = V_m \sin \omega t.$$

ب) كلما كانت فترة الشحن l_1 ، وقصيرة اظهر التيار l_2 أنية عالية نسبة لقيم التيار l_3 (الشكل 2.10) .

لتنظيم الحقائق $i_R = u/R$ للدورة .

. خلال الاطفاء للثنائي $i_C = -u/R$

والتيار c له قيمة متوسطة بقيمة صفر . يكون السطحان المظللان متساويين .

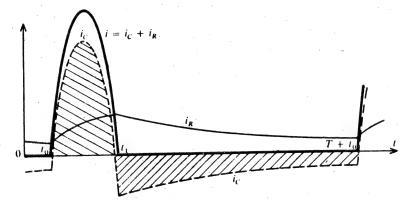


Fig. 2.10.

11. 4. دوائر بمعادلات تفاضلية من الدرجة الثانية

Circuits With Second Order Differential Equations

اذاكان المتغير ﴿ فَالْمَعَادُلَّةُ التَّفَاصُلِّيةً تَكُونُ بِشُكُلِّ .

$$a\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} + b\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + cx = f(t)$$

$$X_1 = A_1 e^{r_1 t} + A_2 e^{r_2 t}$$

ونستنج الثوابث ٨١ و ٨ من الحدود الشرطية .

 $(ar^2 + br + c = 0)$, Caracleristic equation و r_2 و المادلة الميزة r_2 و r_1

$$\frac{r_1}{r_2} = -\frac{b}{2a} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}}.$$

نفرض اعتيادياً بان

$$\alpha = \frac{b}{2a}, \qquad \beta_0 = \sqrt{\frac{c}{a}}.$$

attenuation, constant . يعثل معامل الترهين

يمثل النذيذب الكاذب (شبه النذيذب) للدائرة اذاكانت α صفراً . حسب القيم النسبية للمعامل α وللمعامل β_0 ، طبيعة الجذور β_1 و تختلف . يمكن ان نميز النسبية للمعامل α

نلاث عالات :

 $\alpha>\beta_0$ - ترمین عال - جذور حقیقیة .

حالة حرة الادورية موهونة.

 $\alpha = \beta_0$ -توهین $\alpha = \beta_0$

-جذر مزدوج .

- الله حرة الأدورية موهونه.

. توهين واطيء $\alpha < \beta_0$

جذور معقدة.

- حالة حرة شبه - دورية (Pseudo - periodic)

لكلحالة يوجد تمثيل ملائم له ١٠ يسهل التحديد لنوابث التكامل . -

اذاكان للدالة (١)/ قيمة محددة . تستنتج النوابت من جراء ال كلاً من ١٠ و dx/dt

اذا مثلنا من خلال .

t = 0, عند x قيمة المتغير x_0

t = 0، عند dx/dt قيمة المشتقة dx/dt عند t = 0 عند dx/dt قيمة المتغير dx/dt عند dx/dt قيمة المشتقة dx/dt عند dx/dt استنتج ثوابت التكامل استناداً لهذه القيم الاربع .

$$x = x_f + A_1 e^{r_1 t} + A_2 e^{r_2 t}$$

$$r_1 = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2}$$

$$r_2 = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2}$$

$$A_1 = \frac{r_2(x_0 - x_{f_0}) - (x'_0 - x'_{f_0})}{r_2 - r_1}$$

$$A_2 = \frac{r_1(x_0 - x_{f_0}) - (x'_0 - x'_{f_0})}{r_1 - r_2}$$

$$\alpha = \beta_0$$

$$x = x_f + e^{-\pi t}(A_1 + A_2 t)$$

$$A_1 = (x_0 - x_{f_0})$$

$$A_2 = (x'_0 - x'_{f_0}) + \alpha(x_0 - x_{f_0})$$

$$\alpha < \beta_0$$

$$x = x_f + A e^{-\pi t} \sin(\beta t + y)$$

$$x = x_f + e^{-\pi t}(A'_1 \cos\beta t + A'_2 \sin\beta t)$$

$$\beta = \sqrt{\beta_0^2 - \alpha^2}$$

$$A'_1 = (x_0 - x_{f_0})$$

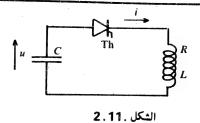
$$A'_2 = \frac{(x'_0 - x'_{f_0}) + \alpha(x_0 - x_{f_0})}{\beta}$$

١١. 5. درجة ثانية . امثلة للتطبيق

. 1. 5. II تفريغ لمتسعة في دائرة . L.R (الشكل 2.11)

العبهد على اطراف المتسعة . اذن على اطراف الثايرستر المطفأ . له قيمة موجبة ،

. Th على بوابة الثايرستر (Triggering pulse) على بوابة الثايرستر t=0 بدءاً من اللحظة t=0



$$u = Ri + L \frac{di}{dt},$$

$$i = -C \frac{du}{dt},$$

يعطى اذن الجهد u من خلال المعادلة التفاضلية

$$LC\frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}t^2} + RC\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u = 0.$$

 $\begin{cases} a = LC \\ b = RC \\ c = 1 \end{cases} \qquad \text{a.i.} \qquad \begin{cases} \alpha = \frac{R}{2L} \\ \beta_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \end{cases}$

لأيجاد ثوابت التكامل . لدينا

$$u_0 \neq 0$$
, $u_f = 0$, $u_{f_0} = 0$
 $u'_0 = \frac{i_0}{C} = 0$, $u'_f = 0$, $u'_{f_0} = 0$.

نتفحص على التوالي الحالات الثلاثة الممكنة للحالة المستقرة (الحرة) : الحالة الاولى : $eta>eta_0$

$$u = A_1 e^{r_1 t} + A_2 e^{r_2 t}$$

$$r_1 = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2} < 0$$

$$r_2 = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2} < 0$$

$$(r_1 - r_2 > 0 \quad \textbf{9} \quad |r_2| > |r_1|)$$

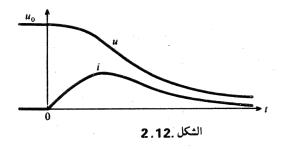
$$A_1 = \frac{r_2 u_0}{r_2 - r_1} > 0$$

$$A_2 = \frac{r_1 u_0}{r_1 - r_2} < 0 , \qquad (|A_1| > |A_2|)$$

ومنه شكل موجة الجهد u (الشكل 2.12). للتيار i التعبير التالي

$$i = -C \frac{du}{dt} = -CA_1 r_1 e^{r_1 t} - CA_2 r_2 e^{r_2 t}$$
$$= Cu_0 \frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} (e^{r_1 t} - e^{r_2 t}).$$

بما ان قيمة e^{r_1} دورا اكبرمن e^{r_2} الاعند t=0 فان التيار / يبدأ فعلا من الصفروبعد ذلك يكون دوراً موجباً يؤمن التوصيل للثايرستر Th التفريغ الكامل للمتسعة .



 $\alpha = \beta_0$: الـحالة الثانية

$$u = e^{-\alpha t} (A_1 + A_2 t)$$

$$A_1 = u_0, \quad A_2 = \alpha u_0$$

$$u = u_0 e^{-\alpha t} (1 + \alpha t)$$

$$i = -C \frac{du}{dt} = -C u_0 e^{-\alpha t} (-\alpha - \alpha^2 t + \alpha)$$

$$= C u_0 \alpha^2 t e^{-\alpha t}.$$

يفرغ التيار : الموجب دوما . هنا ايضا . المتسعة بزمن نظريا مالانهاية

$$lpha < eta_0$$
 : الحالة الثالثة
$$u = \mathrm{e}^{-xt}(A_1'\cos\beta t + A_2'\sin\beta t)$$

$$\beta = \sqrt{\beta_0^2 - \alpha^2}$$

$$A_1' = u_0, \qquad A_2' = \frac{\alpha}{\beta} u_0$$

$$u = u_0 e^{-\alpha t} \left(\cos \beta t + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta t \right)$$

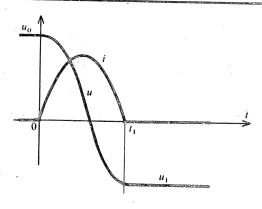
التيار i . المعطى من خلال

$$i = -C \frac{du}{dt} = -Cu_0 \left(-\beta \sin \beta t + \alpha \cos \beta t - \alpha \cos \beta t - \frac{\alpha^2}{\beta} \sin \beta t \right) e^{-\alpha t}$$
$$= C \frac{\beta_0^2}{\beta} u_0 e^{-\alpha t} \sin \beta t ,$$

 $t_1=\pi/eta$. يبدأ من الصفر عند t=0 ويتصفر من جديد عند

بدءا من اللحظة ($t=t_1$)والشكل 2.13 . يط الثايرسترولجهد اطراف المتسعة C قيمة سالبة ثابتة

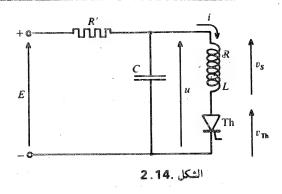
$$u_1 = -u_0 e^{-\beta}.$$



الشكل .2.13

Thyristor pulses Generator مولد نبضات بنايسرستسر 2.5.11 تستعمل النظومة في الشكل 2.14 ظاهرة التقطيع الذاتي هذه لتيار التفريغ لمسعة عندما تكون $\frac{\beta_0}{\alpha}$ أصفر من $\frac{\beta_0}{\alpha}$

عندما يكون Th مطفأ ، تشعن المتسمة C من خلال مصدر الجهد E بثابت زمن RC عندما يكون الجهد تا بثابت زمن عندما يكون الجهد لا موجبا ، نرسل نبضة اشعال (قدح) على بوابة الثايرستر Th ينطفىء حين مرور النيار ، بالصفر . يبدأ تفريغ شبه دوري ، لكن الثايرستر Th ينطفىء حين مرور النيار ، بالصفر .



تأخذ عند t=0 لحظة نبضة القدح . عند t>0 واذا اهملنا التيار المجهز من خلال E عبر المقاومة E فان

$$v_{\mathrm{Th}} = 0$$
, $v_{\mathrm{s}} = u = Ri + L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$, $i = -C \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$.

اذن

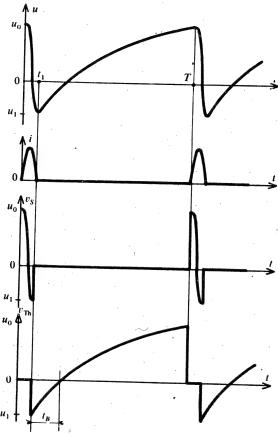
$$\begin{cases} u = v_s = u_0 e^{-\alpha t} \left(\cos \beta t + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta t \right) \\ i = C \frac{\beta_0^2}{\beta} u_0 e^{-\alpha t} \sin \beta t \end{cases}$$

- في اللحظة $t_1 = t_1$ ، يمر التيار i من خلال الصفر وينطفيء الثايرستر Th ويبدأ شحن جديد للمتسعة

$$u = E + (u_1 - E) e^{-\left(\frac{t-t_1}{RC}\right)}$$

$$i = 0, \qquad v_{\text{Th}} = u.$$

في اللحظة T=1 (بتمثيل من خلال T=1 التردد لنبضات القدح) تقوم نسضة جديدة بجعل T موصلاً ويبدأ تفريغ شبه – دوري جديد للمتسعة C (الشكل 2.15)



الفكل .15. Figi 2.15

ملاحظات أً) لكي يكون التفريغ شبه – دوري ، يجب ان تكون

$$\frac{R}{2L} < \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

 $R < 2 \ \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad \text{if} \qquad C < \frac{4 \ L}{R^2}.$

اي

فترة النبضة 1 تساوي π/eta او تقریباً تساوي π/C . اذا کانت lpha صغیرة نسبة \cdot $eta_{
m o}$ للمعامل

- ب) دورة التيار اوالجهد الله وردة نبضات القدح للثايرستر. يرتبط حد تسردد التشغيل للمنظومة بزمن الاطفاء الله الفترة التي خلالها يبقى الجهد الله الله المنظومة بناه يكون هذا الزمن اكبر من زمن الاستفاقة للثابرستور.
- ج) تقل سعة (amplitude) النبضات كقيمة الجهد «سعندما يزداد ترددها .

$$u_0 = E \frac{1 - e^{-\left(\frac{T - t_1}{R'C}\right)}}{1 + e^{-\alpha \frac{\pi}{\beta}} e^{-\left(\frac{T - t_1}{R'C}\right)}}$$

الجعة خاصة بالكميات الدورية غير الجيبية

11. ال. قيم لكمية دورية

نميز اعتيادياً كمية دورية من خلال قيمتها الفعلية (Effecrive Value) اي الجذر التربيعي لمتوسط التربيع مثلاً اذا كان التياريوصف ب:

$$i = f(t) = f(t + T),$$

قيمته الفعلية هي

$$I = \sqrt{(i^2)_{\overline{av.}}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

نستعمل احيانا ايضا

- القيمة المتوسطة

$$i_{\mathbf{av.}} = \frac{1}{T} \int_0^T i \, \mathrm{d}t \,,$$

- او القيمة المقومة المتوسطة

$$i_{av.} = \frac{1}{T} \int_0^t |i| \, \mathrm{d}t,$$

- او القيمة القصوى (maximum or peak value)

. لاعطاء ، من خلال نسبة ، فكرة لشكل موجة لكتمية ، نشير الى معامل الشكل Form factor لها .

وهوحاصل قسمة القيمة الفعلية على القيمة المقومة المتوسطة

$$f_F = \frac{I}{\bar{i}_{av}}.$$

ملاحظة

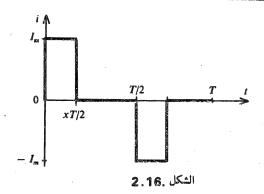
استناداً لتعريفها ، فان القيمة الفعلية تتأثركثيراً واكثر من القيمة المتوسطة بحدود القيمة الانية

هكذا في حالة الموجات المتناوبه المستطيلة (الشكل 2.16)

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \left(I_m^2 2 x \frac{T}{2} \right)} = \sqrt{x} I_m$$

$$\overline{i}_{\text{moy}} = \frac{1}{T} I_m 2 x \frac{T}{2} = x I_m$$

x يزداد $f_{
m F}$ المساوي $f_{
m F}$ تدريجياً بنقصان



. القدرة . 2.111

القدرة المبددة بحمل يمرر تباراً i تحت تأثير جهد على الاطراف ، هي القيمة المتوسطة للقدرة الأنية "

$$P = (ui)_{\text{gv.}} = \frac{1}{T} \int_0^T ui \, dt \qquad (below).$$

يجب عدم خلط القدرة بالقدرة الظاهرية .s ، حاصل ضرب القيم الفعلية للجهد وللتيار

(وحادة الفولت . امبير)

S = UI

(active power) على القدرة الظاهرية

نسمى حاصل قسمة القدرة

(power factor)

(apparent power) بمعامل القدرة

$$f = \frac{P}{S}$$

لاتوجد قسراً علاقة بسيطة بين معامل القدرة f والجيب تمام Cosine لزاوية ماعدا في النظام الجيبي Sinusoidal System

ملاحظة

تكون قيمة معامل القدرة اقل من واحد بسبب :

الفرق لشكل الموجات للتيار وللجهد .

الازاحة بين هذه الموجات .

هكذا في الحالة حيث يقطع جهد جيبي تيار مكون من موجات مستطيلة (الشكل 2.17).

$$u = V_m \sin \omega t$$
 $i = I_m$ عند $\frac{\pi}{2} + \alpha - x \frac{\pi}{2} < \omega t < \frac{\pi}{2} + \alpha + x \frac{\pi}{2}$
 $= -I_m$ عند $\frac{3\pi}{2} + \alpha - x \frac{\pi}{2} < \omega t < \frac{3\pi}{2} + \alpha + x \frac{\pi}{2}$
 $= -i L$ عند $\frac{3\pi}{2} + \alpha - x \frac{\pi}{2} < \omega t < \frac{3\pi}{2} + \alpha + x \frac{\pi}{2}$

ومنه القيم الفعلية

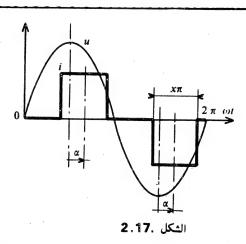
$$I=I_m\sqrt{x}\,,\qquad U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

والقدرة الظاهرية

$$S = UI = U_m I_m \sqrt{\frac{x}{2}}.$$

والقدرة P تساوي

$$\begin{split} P &= \frac{1}{2\pi} \left[\int_{\frac{\pi}{2} + \alpha - x\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2} + \alpha + x\frac{\pi}{2}} U_m I_m \sin \omega t \, d\omega t + \int_{\frac{3\pi}{2} + \alpha - x\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2} + \alpha - x\frac{\pi}{2}} - U_m I_m \sin \omega t \, d\omega t \right] \\ &= \frac{2 U_m I_m}{\pi} \cos \alpha \sin x \frac{\pi}{2}, \end{split}$$



ومعامل القدرة

$$f = \frac{2\sqrt{2}}{\pi\sqrt{x}}\cos\alpha\sin x\frac{\pi}{2}.$$

$$x = 1$$
, قي حالة $f = 0.90$, $\alpha = 0.01$ $x = 2/3$, قي حالة 0.955 $x = 1/3$, قي حالة 0.78 $x = 1/6$, قي حالة 0.57

يميل f باتجاه الصفر اذا مال x بأتجاه الصفر.

Fourier Series Analysis تحليل فورير 3.111

1.3. III مبدأ قيم الحدود المختلفة

يمكن تحليل كل دالة دورية بفترة T . اذن بشكل

$$x(t) = x(t+T)$$

: التردد $\omega = 2\pi f$ التردد $\omega = 2\pi f$ السرعة الزاوية المطابقة الى مقدار يحتوي على

- حد ثابت ،
- fondamental (الأصلى) حد جيبي يتردد f
- سلسلة محددة او غير محددة من الحدود الجيبية بتردد مضاعف كامل
 كامل (integer) (غيركسري) للتردد (التوافقات Harmonics)

$$x = X_0 + X_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + X_{2m} \sin(2\omega t + \psi_2) ... + X_{pm} \sin(p\omega t + \psi_p) + ...$$

التوافق ، p مثل رتبة p

سعته X_{pm}

 $p\omega$. ازاحته الواقعة على مقياس سرعتة الزاوية الخاصة $p\omega$ لتسهيل التحليلات . غالبا تكتب

$$x = X_0 + A_1 \sin \omega t + B_1 \cos \omega t + A_2 \sin 2 \omega t + B_2 \cos 2 \omega t \dots$$

$$+ A_p \sin p\omega t + B_p \cos p\omega t + \dots$$

$$\sqrt{A_p^2 + B_p^2} = X_{pm}, \qquad \frac{B_p}{A_p} = \operatorname{tg} \psi_p$$

نحسب الحد الثابت . المساوي للقيمة المتوسطة . ومركبات الحدود الجيبية من خلال

$$X_0 = \frac{1}{T} \int_0^T x \, dt$$

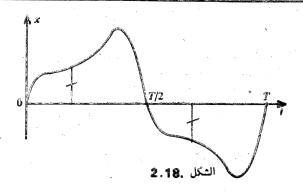
$$A_p = \frac{2}{T} \int_0^T x \sin p\omega t \, dt, \qquad B_p = \frac{2}{T} \int_0^T x \cos p\omega t \, dt$$

غالبا تظهر موجة الكمية المحللة تماثلات تسمح بتبسيط الحساب لحدود التحليل لفورير.

أ) تماثل بالزحلقة (انزلاق)

يكون النصف السالب للموجة مشابها وبعلامة معاكسة لنصفها الموجب. اذا زحلفناه تحت الاخير نحصل على تماثل بالنسبة لاحداثي الزمن (الشكل 2.18)

$$x\left(t+\frac{T}{2}\right)=-x(t).$$



في هذه الحاله

- يكون الحد الم بقيمة صفر
- لايحتوي تحليل فورير على توافق برتبة زوجية
 - يكون حساب التوافقات الفردية مبسطا

$$A_{2K+1} = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} x \sin(2K+1) \omega t \, dt$$
$$B_{2K+1} = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} x \cos(2K+1) \omega t \, dt.$$

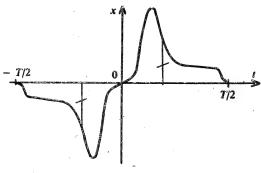
ب) تماثل بالنسبة لاصفار الاحداثيات المدن (الشكل 2.19) اذا احذنا المرور من خلال الصفر مركزاً للزمن (الشكل 2.19)

$$x(t) = -x(-t).$$

في هذه الحالة

- X_0 يكون X_0 بقيمة الصفر
- تختفي جميع حدود الجيب تمام
- _ يكون حساب حدود الجيب مبسطا وكالاتبي

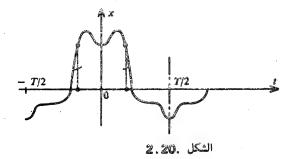
$$A_p = \frac{4}{T} \int_0^T x \sin p\omega t \, dt.$$



الشكل .19.

ج) تماثل بالنسبة لاوساط انصاف الموجات

يكون كل نصف موجة متماثلا بالنسبة الى الاحداثي المرفوع في وسطه (الشكل (2.20) . اذا اخذنا احد احداثيات التماثل مركزأ للزمن



$$x(t) = x(-t).$$

عند ئذ

تكون جميع حدود الجيب بقيمة الصفر،

نستطيع حساب حدود الجيب تمام في نصف دورة واحد

$$B_p = \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} x \cos p\omega t \, \mathrm{d}t.$$

ملاحظة

نجد غالبا اشكال الموجات التي تظهرفي الوقت نفسه عدة تماثلات

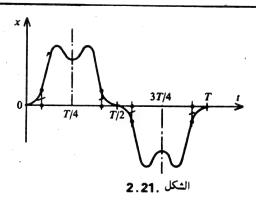
تلك للشكل 2.21مثلا تظهر التماثلات الثلاث .

اذا اخذنا الوسط لنصف الموجة مركزاً للزمن . لانجد الا حدود الجيب تمام الفردية

$$x = B_1 \cos \omega t + \cdots + B_{2K+1} \cos (2K+1) \omega t + \cdots,$$

$$B_{2K+1} = \frac{8}{T} \int_{0}^{T} x \cos(2K+1) \omega t \, dt.$$





اذا اخذنا المرور بالصفر مركزاً ، فلا يوجد الاحدود الجيب الفردية

$$x = A_1 \sin \omega t + \dots + A_{2K+1} \sin (2K+1) \omega t + \dots,$$

$$A_{2K+1} = \frac{8}{T} \int_{0}^{\frac{T}{4}} x \sin(2K+1) \omega t \, dt.$$

4.111 علاقات بين قيمة فعلية ، قدرة وتحليل فورير

القيمة الفعلية لكمية هي الجذر التربيعي لمجموع مربعات الحد الثابت والقيم الفعلية للحدود الجببيه المختلفة لتحليل فورير

$$X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2 dt} = \sqrt{X_0^2 + \frac{1}{2} X_{1m}^2 + \frac{1}{2} X_{2m}^2 + \dots + \frac{1}{2} X_{pm}^2 + \dots}$$

$$X = \sqrt{X_0^2 + X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_p^2 + \dots}$$

القدرة هي مجموع القدرات المستعملة في الحد النابت وفي كل من التوافقات اذا كان تحليل فورير للجهد u على اطراف دائرة وللتيار المار بها هو

$$u = U_0 + U_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + \dots + U_{pm} \sin(p\tilde{\omega}t + \psi_p) + \dots$$

$$i = I_0 + I_{1m} \sin(\omega t + \psi_1 - \phi_1) + \dots + I_{pm} \sin(p\omega t + \psi_p - \phi_p) + \dots$$

فالقدرة P لها قيمة

$$P = \frac{1}{T} \int_{0}^{T} ui \, dt = U_{0} I_{0} + \frac{1}{2} U_{1m} I_{1m} \cos \varphi_{1} + \dots + \frac{1}{2} U_{pm} I_{pm} \cos \varphi_{p} + \dots$$

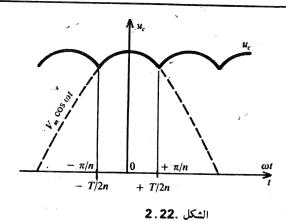
$$P = U_0 I_0 + U_1 I_1 \cos \varphi_1 + \cdots + U_p I_p \cos \varphi_p + \cdots$$

الا . 5. تطبيق للجهود المقومة

يتكون الجهد المقوم u_c المجهز من منظومة تقويم بثنائيات ذات درجة n من n قمة جيبيه لكل دورة T للجهود المتناوبة الحيبية للتغذية اذا كانت wالسرعة الزاوية لهذه الجهود

$$-\frac{\pi}{n} < \omega t < +\frac{\pi}{n}$$
, عند $u_c = V_m \cos \omega t$, $\frac{\pi}{n} < \omega t < \frac{3\pi}{n}$, عند $= V_m \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{n}\right)$ $\frac{3\pi}{n} < \omega t < \frac{5\pi}{n}$, الخ $= V_m \cos \left(\omega t - \frac{4\pi}{n}\right)$

يكون الجهد u_c (الشكل 2.22) اذن دالة دورية بدورهT/nالتي فيها الاصلي (fundamental) له سرعة زاوية $n\omega$



 u_{c} نحسب القيمة المتوسطة U_{co} والقيمة الفعلية U_{corr} والتحليل لفورير للجهد نعب التربيد المتوسطة ا

$$U_{co} = \frac{n}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{n}}^{+\frac{\pi}{n}} V_m \cos \omega t \, d\omega t = \frac{n}{2\pi} V_m \left[\sin \frac{\pi}{n} - \sin \left(-\frac{\pi}{n} \right) \right]$$

$$U_{co} = \frac{n}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{n}.$$

القيمة الفعلية

$$\begin{split} U_{c_{eff}}^2 &= \frac{n}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{n}}^{+\frac{\pi}{n}} V_m^2 \cos^2 \omega t \, d\omega t = \frac{nV_m^2}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{n}}^{+\frac{\pi}{n}} \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos 2 \, \omega t}{2} \right) d\omega t \\ &= \frac{nV_m^2}{2\pi} \left(\frac{1}{2} \, \frac{2\pi}{n} + \frac{1}{4} \, 2 \sin \frac{2\pi}{n} \right) \\ U_{c_{eff}} &= V_m \, \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{n}{4\pi} \sin \frac{2\pi}{n}} \, . \end{split}$$

n قيمة معامل الشكل . ليكن للقيم الأولية للعدد

 u_c تقترب تدریجیا من الواحد (unity) والزیادة للعددnتقلل التموج للجهد تقترب تدریجیا من الواحد (Eourier Series)۔

$$u_c = U_{c_0} + \sum_{k=1}^{\infty} B_{Kn} \cos Kn\omega t$$

لان

 $n\omega$ هي (fundamental) هي – السرعة الزاوية للاصلى

التماثل للجهد $u_c(t)$ بالنسبة الى t=0 يدل على انه لايوجد حدود للجيب

$$B_{Kn} = \frac{4}{2} \frac{n}{\pi} \int_{0}^{\frac{\pi}{n}} V_{m} \cos \omega t \cos Kn\omega t \, d\omega t$$

$$= \frac{2}{2} \frac{n}{\pi} V_{m} \int_{0}^{\frac{\pi}{n}} \left[\cos (Kn+1) \, \omega t + \cos (Kn-1) \, \omega t \right] \, d\omega t$$

$$= \frac{n}{\pi} V_{m} \left[\frac{\sin (Kn+1) \frac{\pi}{n}}{Kn+1} + \frac{\sin (Kn-1) \frac{\pi}{n}}{Kn-1} \right]$$

$$= \frac{n}{\pi} \frac{V_{m}}{(Kn+1) (Kn-1)} \left[(Kn-1) \sin (Kn+1) \frac{\pi}{n} + (Kn+1) \sin (Kn-1) \frac{\pi}{n} \right]$$

$$= \frac{n}{\pi} \frac{V_{m}}{K^{2} \frac{n^{2}-1}{n^{2}-1}} \left\{ Kn \left[\sin (Kn+1) \frac{\pi}{n} + \sin (Kn-1) \frac{\pi}{n} \right] + \frac{\pi}{n} + \left[\sin (Kn-1) \frac{\pi}{n} - \sin (Kn+1) \frac{\pi}{n} \right] \right\}$$

$$= \frac{n}{\pi} \frac{V_{m}}{K^{2} \frac{n^{2}-1}{n^{2}-1}} \left[2 Kn \sin Kn \frac{\pi}{n} \cos \frac{\pi}{n} + 2 \cos Kn \frac{\pi}{n} \sin \left(-\frac{\pi}{n} \right) \right]$$

$$= -\frac{2nV_{m}}{\pi (K^{2} \frac{n^{2}-1}{n^{2}-1})} \cos K\pi \sin \frac{\pi}{n}$$

$$= -\frac{2nV_{m}}{\pi (K^{2} \frac{n^{2}-1}{n^{2}-1})} (-1)^{K} \sin \frac{\pi}{n}$$

و ، بوضعه بصورة اخرى

$$\begin{split} &U_{c_0} = \frac{n}{\pi} \, V_m \sin \frac{\pi}{n} \,, \\ &B_{Kn} = \frac{-2}{K^2 \, n^2 - 1} \, (-1)^K \, U_{c_0} \,. \end{split}$$

ومنه التحليل لفورير

$$u_c = U_{c_0} \left(1 + \sum_{K=1}^{\infty} \frac{-2(-1)^K}{K^2 n^2 - 1} \cos K n \omega t \right).$$

نرى السعة النسبية للتوافقية من رتبة Kn هي نفسها ايا كان الجهد المقوم الذي وجدت فيه.

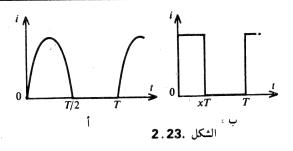
تمرين 1 تأثيرشكل موجة التيارعلى التيار المباشر المتوسط المسموح به لمقوم

التيار المتوسط الاسمي المؤشر لثنائي هو 20 أمبير ، P وتثبتت هذه القيمة في. حال التقويم لنصف موجة جيبية لكل دورة (الشكل 2.23).

ا) لو علمنا ان هبوط الجهد المباشر (direct Voltage drop) في الثائي يكون مساوياً :

$$u_0 + ri$$
, $u_0 = 0.7 \, \text{V}$ $f = 0.02 \, \Omega$,

احسب المقاقيد بالقدرة في هذا المقوم في حالة التشغيل المستخدم لحد التيار الاسمي



ب) مررفي هذا المقوم (الثنائي) تيار مكون من موجات مستطيلة بعرض نسبي مساويا x (الشكل x x

بتساوي المقاقيد – التسخين اذن – احسب التيار المباشر المتوسط المسموح به للقيم المألوفة لـ × (1/2, 1 /6, 1/3, 1/2, 1)

اجــوبــة أ) 33,74 وات w

(**'**

b)	x	1	1/2	1/3	1/6	1/9
	iav A	27,1	21,6	18,6	14,1	11,9

تمرين 2 توضيح لكمية مميزة

وتلك لمنظومة الاطلاق (الجزء II 3.3) الاعلى النسبة $Q = L\omega/R$ النسبة $Q = L\omega/R$

$$v=V_m\sin\omega t=V_m\sin\theta$$
 مصدر الجهد $v=V_m\sin\omega t=V_m\sin\theta$ التعبير للتيار i في الحمل Q et θ_iV_m/R , اعطى بدلالة

$$V_m = 220 \sqrt{2} V$$
; $\omega = 100 \pi$; $R = 3 \Omega$; $L = 0.1 H$.

اجسوبسة

ر) دائرة
$$R, L$$
 وثنائي $0 < \theta < \theta_1$ عند $\theta < \theta_2$

$$i = \frac{V_m}{R} \frac{1}{1 + Q^2} (\sin \theta - Q \cos \theta + Q e^{-\frac{\theta}{Q}}),$$

$$i = 0$$
. $i \theta_1 < 0 < 2\pi$ sis -

$$0 < \theta < \pi$$
, sign -

$$i = \frac{V_m}{R} \frac{1}{1 + Q^2} \left(\sin \theta - Q \cos \theta + \frac{Q}{1 - e^{-\frac{\pi}{Q}}} e^{-\frac{\theta}{Q}} \right);$$

$$\pi < \theta < 2 \pi$$
, Jis –

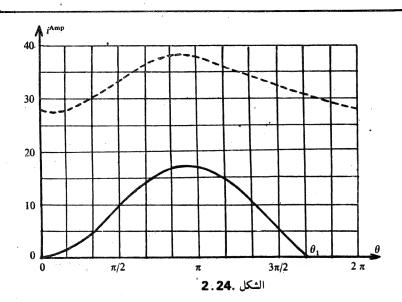
$$i = \frac{V_m}{R} \frac{Q}{1 + Q^2} \frac{1}{1 - e^{-\frac{\pi}{Q}}} e^{-\frac{(\theta - \pi)}{Q}}$$

ج) تطبيق رقمي (عددي)

$$0 < \theta < 1,67 \pi$$

$$i = 0.937(\sin \theta - 10.47\cos \theta + 10.47e^{-\frac{\theta}{10.47}}).$$

$$0 < \theta < \pi$$
, $i = 0.937(\sin \theta - 10.47\cos \theta + 40.4e^{-\frac{\theta}{10.47}})$
 $\pi < \theta < 2\pi$, $i = 37.86e^{-\frac{(\theta - \pi)}{10.47}}$



تمرين 3. تنظيم تيار مقوم بواسطة ثايرستر

- حالات بسيطة

مصدر الجهد الجيبي $v=V_m\sin\omega t$ يغذي حمل مقاومي ومحاتي من خلال خلال مصدر الجهد الجيبي نغير التيار $v=V_m\sin\omega t$ يغير التيار أبالتأثير في زاوية التأخير للقدح ψ والمقوم يقدح عند $\omega t=\psi$.

احسب وبدلالة الزاوية الله القيم المتوسطة av والفعلية / للتيار في الحالتين المحددتين :

- أ) الحمل هو مقاومة صرفه A
- L الحمل هو محاثة صرفه L

اجوبة

$$i_{\text{av.}} = I = 0$$
 $\pi < \psi < 2\pi$ \rightarrow

$$0<\psi<\pi$$
, عند عند حمل مقاومي

$$\begin{split} i_{13V} &= \frac{V_m}{R} \, \frac{1 \, + \cos \psi}{2 \, \pi} \, , \\ I &= \frac{V_m}{R} \, \sqrt{\frac{1}{4} \, - \frac{\psi}{4 \, \pi} \, + \frac{\sin 2 \, \psi}{8 \, \pi}} \, \, ; \end{split}$$

حمل محاثى:

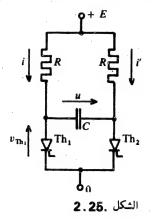
$$i_{\text{lav}} = \frac{V_m}{L\omega} \left[\left(1 - \frac{\psi}{\pi} \right) \cos \psi + \frac{\sin \psi}{\pi} \right]$$

$$I = \frac{V_m}{L\omega} \sqrt{\left(1 - \frac{\psi}{\pi} \right) \left(\frac{1}{2} + \cos^2 \psi \right) + \frac{3}{4\pi} \sin 2\psi}.$$

تمرين ارجوحة متماثلة بثايرسترات

ادرس التشغيل للمنظومة في الشكل 2.25 في الحالة المثبتة ، علمًا بان الثايرسترات تقدح تعاقبيًا بفترات مفصولة بنصف دوره T/2

- v_{Th} , Ri ، u, صف التشغيل للمنظومة واعط التعابير للجهود
 - T=10~RC. ارسم اشكال موجات الجهود عند
 - ج) بين تأثير التردد 1/T.



اجوبة

اً) تشغيل

يسبب التوصيل للثايرستر Th_2 شحنا سالبا للمتسعة C ويجعل والله مساويا مساويا . (-u,)

 v_{Th_2} عند t=0 يستلم t_1 نبضة موجبة على بوابته . ويصبح موصلا وجاعلا t=0 مساويا t=0 اذن مؤمناً الاطفاء للثايرستر t=0

خلال الفترة T/2.0 يفرغ التيار i المتسعه G ثم يشحنها ايجابيا وبذلك يصبح الجهد $^{\rm F}$ من سالب الى موجب

في اللحظة Th_2 : يستلم الثايرستر الثايرستر بيضه على بوابته ويصبح موصلا $\dot{t}h_1$ مساوياً u مساوياً u مساوياً u

خلال الفترة T. T. يتغير الجهد u من موجب الى سالب مجهزا القدح الثايرستر T, $\tau = T$ في اللحظة T من موجب الخ تعابير الجهود

يوصل Th₁ يوصل . 0 < r < T.2.

$$\begin{cases}
Ri = E \\
u = E \left(1 - \frac{2 e^{-\frac{t}{RC}}}{1 + e^{-\frac{T}{2RC}}}\right). \\
v_{Th_1} = 0
\end{cases}$$

يوصل بايرستر T/2 < t < T.

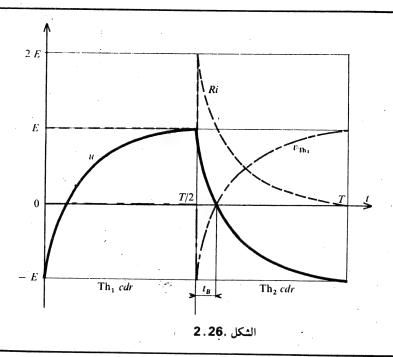
$$\begin{cases} u = -E\left(1 - \frac{2e^{-\left(-\frac{T}{2}\right)/RC}}{1 + e^{-\frac{T}{2RC}}}\right) \\ Ri = E + u_1 \\ r_{Th_1} = -u \end{cases}$$

ب) تطبیق عددي . (Numerical applation)

T/2. عند T/2 من الحT/2 انظر الشكل T/2 من الح

$$u = E\left(1 - \frac{2e^{-\frac{t}{2RC}}}{1,0067}\right)$$

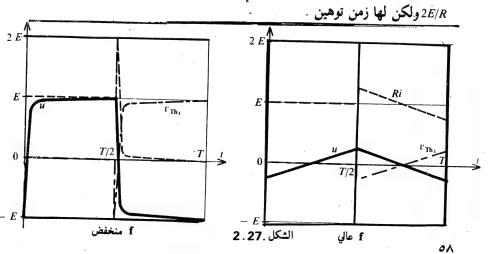
$$u_0 = -0.987 E, t_B = 0.068 7 T.$$



ج) تأثير التردد (الشكل 2.27)

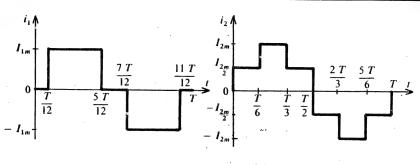
عندما يزداد التردد يقل $|u_0|$ ويزداد زمن الاطفاء للمقومات $|u_0|$ كقيمة نسبية عندما يزداد التردد يقل كقيمة مطلقة . ان تعاظم تيار الشحن او تيار التفريغ يصبح مهما جدا (I_B/T)

عندما يكون f واطء يكون الجهد u_0 قريباً من E وحدود تيار الشحن تقارب



تمرين 5 تحليل توافقي للتيارات

شبكة ثلاثية الطور تغذي منظومة مقومة وتجهز المنظومة بتيار، وتجهز منظومة اخرى بتيار i_2 . يعطي الشكل 2.28 شكل موجة التيار i_3 والتيار i_4



الشكل .2.28

احسب

القيمة الفعلية ١٠ وتحليل فورير للتيار ١٠٠

 i_2 , القيمة الفعلية i_2 وتحليل فورير للتيار -

 I_2 يساوي يساوي القيمة الفعلية I_1 وتحليل فورير للتيار الكلي الكلي الكلي القيمة الفعلية I_1

اجوبة

$$I_{1} = I_{1m} \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$i_{1} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} I_{1m} \left(\sin \omega t - \frac{1}{5} \sin 5 \omega t - \frac{1}{7} \sin 7 \omega t + \frac{1}{11} \sin 11 \omega t + \frac{1}{13} \sin 13 \omega t + \cdots \right)$$

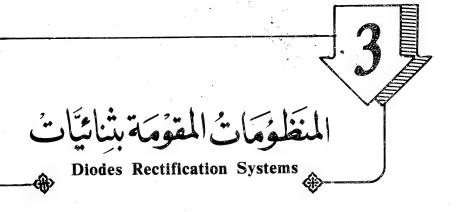
$$I_{2} = \frac{I_{2m}}{\sqrt{2}}$$

$$i_{2} = \frac{3}{\pi} I_{2m} \left(\sin \omega t + \frac{1}{5} \sin 5 \omega t + \frac{1}{7} \sin 7 \omega t + \frac{1}{11} \sin 11 \omega t + \frac{1}{13} \sin 13 \omega t + \cdots \right)$$

$$I_{3} = \frac{1}{13} \sin 13 \omega t + \cdots$$

$$I_{2m} = \frac{2}{\sqrt{3}} I_{1m} \sin 1 I_{1m} = I_{2,935} I_{1m}$$

$$i = \frac{4\sqrt{3}}{\pi} I_{1m} \left(\sin \omega t + \frac{1}{11} \sin 11 \omega t + \frac{1}{13} \sin 13 \omega t + \frac{1}{23} \sin 23 \omega t + \frac{1}{25} \sin 25 \omega t + \cdots \right)$$



استعمال اشباه موصلات القدرة (Power Semi-Conductors) اعطى انطلاقة مهمة

للتحويل متناوب – مستمر .

- يسمح بالحقيقة لانجاز هذا التحويل بكفاءة ممتازة بفضل منظومات صغيرة الحجم قليلة التكاليف ، مؤكدة وتحتاج لصيانة مهملة (قليلة جداً) .

- يسمح لاختيار ، ولكل استعمال ، المخطط الاكثر استفادة . بعد تقديم الاسس العامة التي تساعد على فهم التشغيل لمنظومات التقويم وعلى تصنيفها ، سندرس بعد ذلك دوماً الخطة نفسها ، الانواع الثلاث للمنظومات وسنتهيء بتفحص مجموعات المنظومات .

ا مقدمة

من اجل فهم كيف تشتغل منظومة التقويم . يكفي مشاهدة على مخططها :

- دمج المقومات والذي نسميه بالمبدلات (commutators (عاكس التيان) .

commutators المبدلات 1.1.

لتقويم q من الجهودالمتناوبة v_2, v_2, v_3 نستعمل مجموعة او مجموعتان

من عدد q من الثنائيات التي يمكن ان تكون متصلة القطب السالب (المهبط) cathod او متصلة القطب الموجب (المصعد) anode

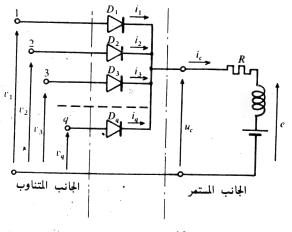
1.1.1 المبدلات (اكثر ايجابية)

مبدل (اكثر ايجابية) الشكل (3.1) يتكون من مجموعة من المقومات بمهابط متساوية الجهد ويكون جهد الخروج u_c في أية لحظة مساوياً اكبر جهد موجب من جهود الدخول .

وموقفاً عن التوصيل بهذا العمل كافة الثنائيات الاخرى

$$v_{D_2} = v_2 - u_c = v_2 - v_1 < 0$$
 نځ
$$v_{D_3} = v_3 - u_c = v_3 - v_1 < 0, \text{ etc.}$$

بعد فترة وجيزة ، عندما يصبح الجهد 1 الاكبر من الجهود التي عددها 1 ، يكون القوم 2 وحده موصلاً جاعلاً الجهد 11 مساوياً 12 وموقفاً عن التوصيل بهذا العمل الثنائيات الاخرى كافة . كذلك فالثنائي الموصل هو الذي يتصل بالدخول الاكثر ايجابياً في كل لحظة .



الشكل.3.1

 $v_1>v_2$ ، المقوم موصلاً يجب ان يكون معبراً لتيار موجب . عندما D_1 عندما v_3,\dots,v_{qq}

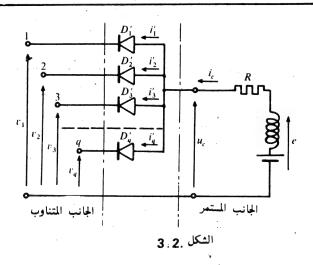
$$i_c = i_1 = \frac{v_1 - e}{R}.$$

لايستطيع ان يكون موصلاً الااذاكان v_1 اكبر من v_2 ان وجدت فترات التي يكون خلالها اكبر جهد للدخول اقل من v_2 فان خلال هذه الفترات لايوجد اي مقوم موصل و v_2 يساوي v_3

وحينئذ نقول ان المنظومة تشتغل بتوصيل غير مستمر وبعكس ذلك التشغيل بتوصيل مستمر حيث يوجد دوماً مقوم في حالة توصيل .

2.1.۱ المبدلات (اكثر سلبية)

يتكون المبدل (اكثر سلبية) من مجموعة مقومات بمصاعد متصلة (الشكل 3.2) ويفضل تقطيع المقوم المطابق يكون جهداً الخروج في اية لحظة مساوياً الجهد الاكثر سلبية من جهود الدخول.



خلال الفترة التي يكون بها v_2 مثلاً . اكثر سلبية من جهود الدخول الاخرى التي عدد ها (q-1). يوصل D_2' جاعلا u_c مساوياً v_2 وموقفاً عن التوصيل كذلك الثنائيات الاخرى .

$$v_{D_1'} = u_c - v_1 = v_2 - v_1 < 0$$

$$v_{D_3'} = u_c - v_3 = v_2 - v_3 < 0, \text{ etc.}$$

ملاحظة

عبر D'_2 ، عبر خلال الفترة المعنية

$$i_c = i_2' = \frac{e - v_2}{R}.$$

لكي يكون D_2 فعلياً موصلاً ، يجب ان تكون P_2 كبر من P_2 اذا كانت P_2 للحظة ما اقل من الجهد الاكثر سلبية للجهود ، تشتغل المنظومة بتوصيل غير مستمر .

. 1 . 2 المنظومات

من اجل الحصول على جهد مستمر . نقوم مجموعة مكونة من pمن الجهود الجيبية المتناوبة والمكونة لنظام متعدد الاطوار متوازن . تجهز هذه الجهود من شبكة وحيدة الطور اوغالباً من شبكة اعتيادية ثلاثية الطور بواسطة محولة .

تجمع المقومات على طبدل او مبدلين صانعين تبديك . اي يعدلون دوريا التوصيلات بين الاطراف التي تظهر بها الجهود المتناوبة وتلك التي نستقبل عليها الجهد المقوم .

فرضنا لتصنيف منظومات التقويم من خلال الهيئة التي تجمع بها الملفات التي تستقر عليها المجهود المتناوبة والتي نسميها طريقة التبديل وهذا يؤدي الى تمييز ثلاثة انواع من المنظومات :

- المنظومات بتبديل توازي (P)
- المنظومات بتبديل توازي مزدوج (PD)
- المنظوما بتبديل توالي .(Parallel Comm.(S النظوما بتبديل توالي التعيين لطريقة التبديل يتبع ذلك لعدد الاطوار والكافي لتمييز منظومة تقويم

.1.2.1 منظومات بتبديال توازي

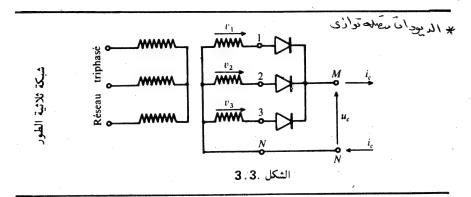
الاطوار التي عدد ها p والمستقر عليها الجهود للتقويم والتي عدد ها p تجمع بشكل نجمة . بفضل p من الثنائيات الطرق Mبكون في اية لحظة متصلاً بالطرف الاكثر ايجابياً من الاطراف 1, 2, 1, 2, ويستقبل الجهد المقوم 1, بين الطرف 1 ونقطة الحياد 1 (neutral point) . الشكل 1, 1 الشكل 1, 1

 $v_1 > v_2$ g v_3 last $u_c = v_1$

 $v_2 > v_3$ g v_1 are $v_2 = v_2$

 $v_3 > v_1$ 9 v_2 . are $v_3 = v_3$

في هذه المنظومات ، تقدم المقومات أذن خياراً واحداً .

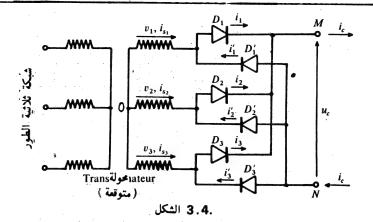


2. 2. 1. منظومات بتبديال توازي مازدوج:

الملفات التي عددها p والمستقرعليها p من الجهود المتناوبة تكون المجموعة تكون ايضاً على شكل نجمة ولكن نستعمل 29 من الثنائيات تكون المجموعة الاولى $D_1, D_2, ..., D_4$ مبدلاً أكثر ايجابياً وموصلاً الطرف $D_1, D_2, ..., D_4$ ايجابيا من الاطراف $D_1, D_2, ..., D_4$ الى الطرف الاكثر سلبيا من الاطراف $D_1, D_2, ..., D_4$ بمصاعد مرتبطة معا ، الطرف $D_1, D_2, ..., D_4$

يؤخذ الجهد المقوم ،u بين الاطراف M و N ويكون كل لحظة مساويا الفرق بين الحهود المتناوبة الاكثر ايجابيا والاكثر سلبيا . اذن تقدم المنظومة خيارا مزدوجــــاً .

* الديودات منهله ترازی مزدوج

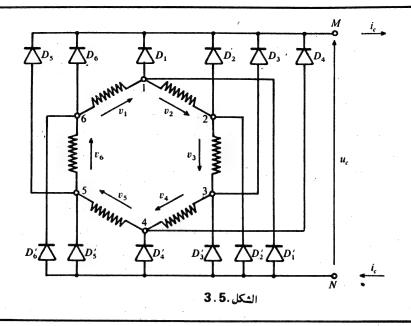


$$u_c = v_1 - v_2$$
 D_2' و D_1 يوصل الثنائيان . $v_2 < v_3 < v_1$ عندما تكون $u_c = v_1 - v_3$ D_3' و D_1 يوصل الثنائيان . $v_3, < v_2 < v_1$ $u_c = v_2 - v_3$ D_3' و D_2 يوصل الثنائيان . $v_3, < v_1 < v_2$ $v_3, < v_1 < v_2$ $v_2 > v_3 > v_1$, D_2 et D_1' conducteurs, $u_c = v_2 - v_1$, etc.

3.2.1. المنظومات بتبديل توالي

تكون الملفات التي تظهر على اطرافها الجهود المتناوبة مربوطة بشكل مضلع (مجموع الجهود التي عددها q والمكونه لنظام متوازن يكون صفراً). يوجد q ثنائي بمصاعد متصلة بنفس الطرف q, M ثنائي بمصاعد متصلة بالطرف M

يبين الشكل 3.5 الاطوار الثانوية الست لمحولة ثلاثية. — سداسية الاطوار عجمعة بشكل مضلع ويبين المبدلان اللذان يوصلان الى الاطراف M و N الظرف الاكثر ايجابيا والطرف للطرف الاكثر سلبياً من الاطراف السّنة . في كل لحظة ، ثلاثة من الجهود السّنة تكون موجبة وا الثلاثة الاخرى تكون سالبة . خلال الفترة التي تكون فيها الجهود v_4 , v_3 , v_2 و v_4 , v_5 و الجهد للطرف أكبر من الجهد للطرف أكبر من الجهد للطرف وذلك للطرف أكبر من ذلك للطرف أكبر من ذلك للطرف أكبر من ذلك للطرف أكبر من ذلك للطرف 3 أكثر سلبياً من ذلك للطرف 2 وذلك للطرف 3 أكثر سلبياً من ذلك للطرف 3 وذلك القمة الاكثر ايجابياً هي الطرف 1 والثنائي، D_{4} يوصل والقمة الاكثر سلبياً هي الطرف 1 والجهد المقوم .



$$u_c = v_5 + v_6 + v_1 = -(v_2 + v_3 + v_4).$$

 $v_3,\,v_4$ بعد سدس الدورة تصبح الجهود $v_1\,,\,v_6$ و $v_2\,$ موجبة وتصبح الجهود D_5' و D_5 سالبة والثنائيات الموصلة تصبح D_5' و D_5

$$u_c = v_6 + v_1 + v_2 = -(v_3 + v_4 + v_5)$$
.

لايتعامل هذا النوع من المنظومات بالمقارنة ولكن بالجمع ويكون الجهد المقوم في اية لحظة مساوياً الى مجموع الجهود الموجبة او بالطريقة نفسها الى مجموع الجهود السالبة بعكس الاشارة .

3.I خطة الدراسة للمنظومات المقومة

● تتم الدراسة لمنظومة تقويم من خلال الخطوات التالية : –

- دراسة الجهود .

نهمل اولاً اسباب هبوط الجهد بالتحميل ونستنتج من الجهود المتناوبة الجهد المقوم maximum inverse voltagelage بالاحمل U_{c_0} والجهد العكسي الاقصى على اطراف الثنائيات .

- دراسة التسارات: -

نستنتج التيارفي المقومات وفي الملفات الثانوية ثم في الملفات الابتدائية للمحولة وفى خطوط التغذية دوماً بأهمال هبوط الجهد للتيار المقطع في الجانب المستمر

- ذراسة لهبوط الجهـــد : -

نستطيع بمساعدة التيارات المحسوبة حساب النقصان بالجهد المستمر U_c بسبب المقاومات وبسبب الهبوط الداخلي للجهد للثنائيات . تقود هذه الطريقة للتشغيل الى سمع علاقات تسمح بسهولة حساب العناصر لمنظومة التقويم وسنعطي مثالاً في نهاية هذا الفصل.

ـ اداء المقومات السليكونية مفيداً جداً لكنها سريعة التأثر بزيادة الحمل (over over) ولو لفترة وجيزة . كذلك في فحص المنظومات يجب اضافة خطوة رابعة للك لدراسة التشفيل في حالة الدائرة القصيرة (short circiut) . تعطي هذه الخطوة المتطلبات القصوى التي يمكن ان تتحملها الثنائيات والحولة وهي تسمح بتحديدلي الحهاية .

يعتمد التشغيل لمنظومة تقويم على طبيعة الحمل المربوط في الجانب المستمر وذلــك خصوصا اذا كان الجهد المقوم المسلط على الحمل كثير التموج

نستعمل لمنظومات القدرة مخططات التي تعطي جهد قليل التموج والتيار المستمر i اعتيادياً يكون اقل تموجا من الجهد لان الحمل يقدم مفاعلة معينة غالبا تزداد باضافة محاتمة تنعيم (smoothing inducrance) ننفذ الدراسة العامة ايضا على افتراض بان التيار المقوم يكون تماما مستمرا . اذن نخلط قيمته الانية (avarege value I_c المقوم يكون تماما مستمرا . اذن محمد avarege value).

(نستطیع ایجاد عدة تمارین باخذ فرضیة اخری لطبیعة الحمل اذا کان التوصیل المستمر مضمونا . لاتناثر دراسة الجهود بهذا التغییر واذا کان التیار ، صفرا خلال فترات . یجب ان تصحح حتی دراسة الجهود .).

نستطيع لكل طريقة تبديل اثبات عدة علاقات عامة . فيكفي استبدال q بقيمته لغرض الحصول على علاقات قابلة التطبيق للمنظومة المعنية .

نبدأ بدراسة منظومات التبديل التوازي ولوكانت في تناقص في الاستع_ال. لكن هذا يسهل دراسة النوعين الاخرين للتبديل

في نطاق هذا البحث ، يظهر لنا من الافضل الاختصار ، أحيانا حذف بعض الاثباتات العامة « نجدها في الكتاب الذي كرس خصيصاً لمنظومات التقويم (1970 Dunod éd., 1970) لكن التمسك بالمنظومات المألوفة

المنظومات بتبديل توازي

1.11. المنظومات المألوفة

كأحادية الطور نجد المنظومة P2 (الشكل 3.6).

i غصل من شبكة احادية الطور وبفضل محولة بنقطة وسطية (middle point) على جهدين متساويين v_1 و v_2 ولكن بفارق طور i يقوم هذان الجهدان بواسطة مقومين (نبين بخط تُخين فترة التوصيل لكل مقوم).

$$v_1 = V_m \sin \omega t = -v_2$$

 D_1 عند $v_1 > v_2, \ 0 < t < T/2,$

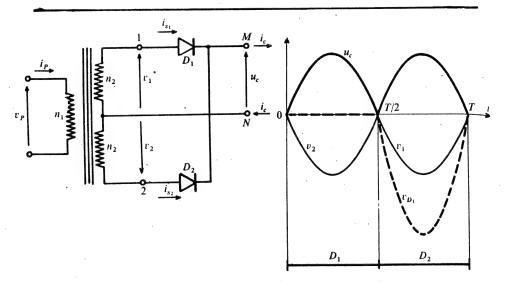
 $u_c = v_1 = V_m \sin \omega t ,$

$$v_{D_2} = v_2 - u_c = -2 V_m \sin \omega t.$$

 D_2 عند $v_2 > v_1$, T/2 < t < T, عند

$$u_{\rm c} = v_2 = -V_{\rm m} \sin \omega t \,,$$

$$v_{D_1} = v_1 - u_c = 2 \ V_m \sin \omega t \ .$$



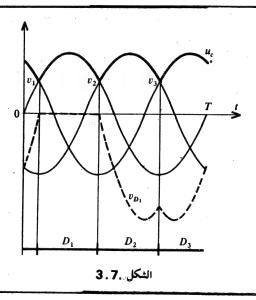
الشكل .6. 3

كثلاثية الطور ، نستعمل المنظومة P3 الممثلة في الشكل 3.3

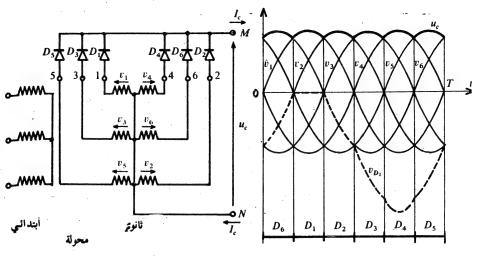
$$v_1 = V_m \sin \omega t$$
 $v_2 = V_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$
 $v_3 = V_m \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$.

 D_1 يوصل الثنائي $v_1 > v_3$, $v_2 = T/12 < t < 5T/12$ عند $v_2 = v_1$, $v_3 = v_3 - v_1$.

يتكون الجهد المقوم (الشكل 3.7) من ثلاث قمم جيبية لكل دورة . نستطيع ، من المجل تقليل نموذج الجهد u_c ، مضاعفة العدد p للجهود المراد تقويمها ، مثلا ، بمنظومة P6 ، تقويم الجهود الستة الثانوية لمحولة ثلاثية — سداسية الطور (الشكل 3.8) . يكون الجهد u_c تعاقبيا مساوياً واحدا من الجهود الثانوية خلال الفترة T/6 المذي يكون فيها هو الاكبر .



الجهد D_1 على اطراف الثنائي D_1 له قيمة D_1 عندما يوصل $v_1-v_1=0$



الشكل .8.3

$$D_2$$
 عندما يوصل $v_1 - v_2$. D_3 عندما يوصل $v_1 - v_3$

2.11. دراسة الجهود

1.2.11. الجهسد المقسوم

بطريقة عامة ، عندما نقوم q جهد لدورة T . يتكون الجهد المقوم ، u_c من q قمة جيبية خلال دورة T . اذن تكون دورة الجهد u_c بقيمة v_c . اذن تكون دورة الجهد v_c v_c

$$\frac{T}{4} - \frac{T}{2q} < t < \frac{T}{4} + \frac{I}{2q}$$

q اكبر من الجهود المتناوبة التي عددها

أ) القيمة المتوسطة (Average value)

نحسب القيمة المتوسطة U_{c_0} للجهد من خلال

$$U_{c_0} = \frac{q}{T} \int_{\frac{T}{4} - \frac{T}{2q}}^{\frac{T}{4} + \frac{T}{2q}} V_m \sin \omega t \, dt,$$

$$U_{c_0} = \frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q}$$

ب) معامل التموج (Ripple factor) κ_0 عامل التموج κ_0 للجهد المقوم من خلال النسبة

$$K_0 = \frac{u_{\rm c \, max} - u_{\rm c \, min}}{2 \, U_{\rm co}} \, .$$

خلال دورته u_c ، متصف هذه الفترة ويكون بقيمته الدنيا في النهايتين . القصوى في منتصف هذه الفترة ويكون بقيمته الدنيا في النهايتين . اذن

$$K_0 = \frac{\pi}{2 q} \frac{1 - \cos \frac{\pi}{q}}{\sin \frac{\pi}{q}}$$

(Fourier Series) تحليل فورير للجهد به بالاضافة الى يحوي تحليل فورير للجهد به بالاضافة الى يحوي تحليل فورير للجهد به بالاضافة الى على عدة كميات جيبية بسرعة زاوية $Kq\omega$ وبصورة عامة $Kq\omega$ اذا اخذنا مرور الجهد u_c خلال قيمة قصوى مركزا للزمن (انظر الفصل 2 الجزء على 5.III)

$$u_c = U_{c_0} \left(1 + \sum_{K=1}^{\infty} \frac{-2(-1)^K}{K^2 q^2 - 1} \cos Kq\omega t \right)$$

والذي يعطى

$$(K_0 = 0.79), \quad q = 2$$

$$u_c = U_{c_0}(1 + 0.67\cos 2\omega t - 0.13\cos 4\omega t + 0.057\cos 6\omega t...)$$

$$(K_0 = 0.30), \quad q = 3$$

$$u_c = U_{c_0}(1 + 0.25\cos 3\omega t - 0.057\cos 6\omega t + 0.025\cos 9\omega t...)$$

 $u_c = U_{c_0}(1 + 0.057\cos 6 \omega t - 0.014\cos 12 \omega t + 0.0062\cos 18 \omega t...).$ ($K_0 = 0.017$), q = 12

 $u_c = U_{co}(1 + 0.014\cos 12 \omega t - 0.0035\cos 24 \omega t + 0.0015\cos 36 \omega t...)$ ($K_0 = 0.0075$), q = 18

 $u_c = U_{c_0}(1 + 0.006\ 2\cos 18\ \omega t - 0.001\ 5\cos 36\ \omega t + 0.000\ 7\cos 54\ \omega t...)$

ملاحظة

لا يعتمد تموج الجهد المقوم الا على عددالقمم الجيبية التي يتركب منها خلال كل دورة T للجهود المقومة .

هذا العدد يسمى درجة الجهد المقوم .

جميع الجهود من الدرجة نفسها أياً كان نوع المنظومة التي يعطونها لها معامل التموج نفسه وتحليل فورير نفسه .

(Inverse Voltage) جهد عكسي .2.2.11

 v_1-v_1 : الجهد على اطراف ثنائي ، مثلا D_1 ، له على التعاقب التعابير v_1-v_2 مثل v_1-v_2 ثم v_1-v_3 ثم يطابق القيمة القصوى للاكبر من هذه الفروق . الجهد العكسي الاقصى يطابق القيمة القصوى للاكبر من هذه الفروق . $v_1=V_m\sin\omega t$ اذاكان $v_1=V_m\sin\omega t$. هو $v_2=v_3=v_3=v_3=v_4=v_5$

الفرق $v_1 - v_{\frac{q}{2}+1}$ ، المساوي $\sin \omega t$ ، المساوي ، $v_1 - v_{\frac{q}{2}+1}$ ، يمر من خلال ذروته السالبة عند $\omega t = 3\pi/2$ عند $\omega t = 3\pi/2$ عند كون اذن

$$v_{i \max} = 2 V_m$$

 $rac{v_{q+3}}{2}$ و $rac{v_{q+1}}{2}$ هما $rac{v_{q+1}}{2}$ و اذكان $rac{q}{2}$ هما الجهدين الاكثر بعداً من

$$v_1 - v_{\frac{q+1}{2}} = V_m \sin \omega t - V_m \sin \left(\omega t - \frac{q-1}{2} \frac{2\pi}{q}\right) = 2 V_m \cos \frac{\pi}{2q} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2q}\right)$$

$$v_1 - v_{\frac{q+3}{2}} = V_m \sin \omega t - \overline{V}_m \sin \left(\omega t - \frac{q+1}{2} \frac{2\pi}{q}\right) = 2 V_m \cos \frac{\pi}{2q} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2q}\right).$$

$$\omega t = 3\pi/2 - \pi/2q \quad \text{ai.} \quad \omega t = 3\pi/2 + \pi/2q$$

$$\omega t = 3\pi/2 + \pi/2q$$

$$v_{i\max} = 2\cos\frac{\pi}{2q} V_m$$

3.11. دراسة التيارات

1.3. II تيار الثنائيات

اذاكانت المنظومة تقطع تياراً مستمراً ثابتاً I_c ، فكل مقوم يؤمن مرور التيار I_c خلال الفترة التي مدتها I_c حيث يكون موصلاً .

ومنه القيم القصوى، المتوسطة والفعلية للتيار لكل من المقومات التي عددها 9

$$i_{\text{max}} = I_c$$
, $i_{\text{av.}} = \frac{I_c}{q}$, $I = \frac{I_c}{\sqrt{q}}$

2.3.II التيار الثانوي ومعامل القدرة له

يكون التيار i_s للملف الثانوي لمحولة ، كذلك لثنائي الذي يقطع من خلاله مساوياً I_c خلال مساوياً I_c وصفراً خلال بقية الدورة . اذن تكون القيمة الفعلية للتيارات الثانوية

$$I_{s} = \frac{I_{c}}{\sqrt{q}}$$

. اذا اهملنا هبوط الجهد ، لان التيار ، فرض ثابتاً ، تكون القدرة المقطعة من خلال الثانوي للمحولة

وفي هذه الحالة تكون القدرة الظاهرية للثانوي المكون من q ملف المستقرعليه جهد بقيمة فعلية $V=V_m/\sqrt{2}$ والمار من خلاله تيارات بقيمة فعلية $S=qVI_s$.

ومنه معامل القدرة الثانوي

$$f_{s} = \frac{P_{c}}{S} = \frac{U_{c_{0}} I_{c}}{qVI_{s}} = \frac{\frac{q}{\pi} V_{m} \sin \frac{\pi}{q} I_{c}}{q \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} \frac{I_{c}}{\sqrt{q}}}$$

$$f_s = \frac{\sqrt{2 \, q}}{\pi} \sin \frac{\pi}{q}$$

القيمة المحسوبة لمعامل القدرة f_s لعدة قيم لعدد اطوار p ولتكن

q	2	3	4	6	12	18	
f_s	0,636	0,675	0,636	0,55	0,40	0,332	

q تكون صغيرة وتقل عندما يزداد عدد الاطوار f_s

ففي هذه الحالة فان القدرة الظاهرية $qVI_{\rm s}$ هي التي تحدد ابعاد الملف الثانوي للمحولة لان p تعطى عدد الاطوار

V تعطي عدداللفات لكل طور

يعطي المقطع للموصلات

لقدرة P_s معينة ، كلما كان f_s قليلا كان تنفيذ الملف الثانوي مكلفاً وهذا هو السبب الأول الذي يحدد الفائدة من المنظومات بتبديل توازي ويمنع استعمالها في السبب مرتفعة للعدد p من الاطوار

3.3.II. انتقال مَنَ الثانوي الى الابتدائي

ليس من المكن انشاء علاقات عامة لاعطاء التيار الابتدائي ومعامل القدرة له نستطيع فقط اعطاء المعادلات للامبير – لفة (ampere-turns) التي تسمح في كل حالة الانتقال من الامبير – لفة الثانوية الى الامبير – لفة الابتدائية

أ) علاقة الامبير – لفة المستعملة في احادي الطور
 نحسب الامبير – لفة الابتدائية في اتجاه وبأتجاه معاكس للامبير – لفة للملفات الثانوية

اذا كان للامبير – لفة الثانوية نتيجة بقيمة متوسطة لاتساوي صفراً ، هذه القيمة المتوسطة لايمكن ان تكونمتوازنة بالامبير – لفة الابتدائية لان التيار الابتدائي يكون قسراً متناوباً وبقيمة متوسطة صفر – هذه المركبة غير المتوازنة تشبع الدائرة المغناطيسية لايجاد التيار الابتدائي نهمل التيار الممغنط ونكتب التعديل للامبير – لفة المتناوبة

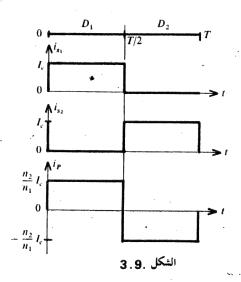
$$n_1 i_P = \sum n_2 i_s$$

يمثل $\sum n_2 i_s$ مجموع الامبير – لفة الثانوية المحسوبة في الاتجاة نفسه ، واذا كانت هناك قيمة متوسطة فيتم استنتاجها من هذا المجموع .

ب) تطبيق لمنظومة ٢٥

للامبير – لفة الثانوية $i_{s_1} - n_2 i_{s_2} = n_2 i_{s_3}$ (انظر الشكل 3.6) قيمة متوسطة صفر ، اذن

 $n_1 i_P = n_2 i_{s_1} - n_2 i_{s_2}$



 $(-n_2/n_1)~I_c$ التيار الابتدائي موجة والمساوي I_c المساوي خلال نصف موجة والمساوي I_c الشكل I_c خلال نصف الموجة الاخر (الشكل I_c) . له قيمة فعلية

$$I_P = \frac{n_2}{n_1} I_c .$$

ويكون الجهد الابتدائى

$$V_P = \frac{n_1}{n_2} V;$$

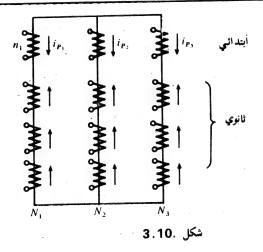
ومنه معامل القدرة الابتدائي

$$f_P = \frac{U_{c_0} I_c}{V_P I_P} = \frac{\frac{2}{\pi} V_m I_c}{\frac{n_1}{n_2} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{n_2}{n_1} I_c} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0.90.$$

اذن ابعاد الملف الابتدائي تتحدد بقدرة ظاهرية اقل من تلك للملف الثانوي $(f_{\rm s}=0.636)$

ج) علاقات الامبير – لفة المستعملة في ثلاثي – الطور

 N_3 و N_2 , N_1 نفرض كذلك ان الملفات نفذت بالاتجاه نفسه وللمحاور الثلاثة N_2 , N_3 و نحسب التيارات في الاتجاه المؤشر على الشكل N_3 . N_2



اذا كان مجموع الامبير - لفة الثانوية لكل محور ليس صفراً ، فالقيمة المتوسطة لهذا المجموع لايمكن أن تكون متوازية .

نمثل من خلال $\sum\limits_{N} n_2 i_s$ مجموع الامبير – لفة الثانوية للمحور N، استنتاج القيمة المتوسطة اذا كانت هناك واحدة يتم من هذا المجموع .

اذا اقترنت الملفات الابتدائية بشكل مثلث ، لايفرض اي شرط خاص على التيارات الابتدائية المتناوبة . نستطيع ان نكتب كما في حالة احادي الطور ، التعديل للامبير - لقد على كل محور

$$n_1 i_{P_1} = \sum_{N_1} n_2 i_S$$
, $n_1 i_{P_2} = \sum_{N_2} n_2 i_S$, $n_1 i_{P_3} = \sum_{N_3} n_2 i_S$

 $j_{P_1}, j_{P_2}, j_{P_3},$ ننتقل بعد ذلك مباشرة لتيارات الخطوط والممثلة هنا من خلال

$$j_{P_1} = i_{P_1} - i_{P_2}, \quad j_{P_2} = i_{P_2} - i_{P_3}, \quad j_{P_3} = i_{P_3} - i_{P_1}$$

اذا كانت الملفات بشكل نجمة بدون موصل حياوي فللتيارات الابتدائية الثلاث i_{P_3} و i_{P_2} ، i_{P_3} قسرأ مجموعاً بقيمة الصفر . نقول بان ليس لها مركية صفرية i_{P_3} و Zero component) وهذا يعرف من خلال

$$i_{P_0} = \frac{1}{3} (i_{P_1} + i_{P_2} + i_{P_3}) .$$

اذ اكونت الامبير - لفة الثانوية فيا بينها نظام بمجموع صفر . اي اذا

$$\sum_{N_1} n_2 i_S + \sum_{N_2} n_2 i_S + \sum_{N_3} n_2 i_S = 0,$$

فالاقتران الابتدائي لايعترض التعديل للامبير – لفة المتناوبة لكل محور . نستنتج i_{P_3} و i_{P_3} من الامبير – لفة الثانوية بمساعدة العلاقات نفسها لتلك المبينة بشكل مثلث .

لكن ادا كان للامبير - لفة المتناوبة مركبة صفرية

A.T._{H₀} =
$$\frac{1}{3} \left(\sum_{N_1} n_2 i_S + \sum_{N_2} n_2 i_S + \sum_{N_3} n_2 i_S \right)$$
,

ذلك لايمكن ان يكون متوازناً من خلال الامبير - لفة الابتدائية . كذلك . للمحور الاول

$$n_1 \ i_{P_1} = \sum_{N_1} n_2 \ i_S - rac{1}{3} igg(\sum_{N_1} n_2 \ i_S + \sum_{N_2} n_2 \ i_S + \sum_{N_3} n_2 \ i_S igg),$$
 وكذ لك للمحورين الاخرين . سننقل اذن من الثانوي الى الابتدائي من خلال العلاقات

$$n_{1} i_{P_{1}} = \frac{2}{3} \sum_{N_{1}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{2}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{3}} n_{2} i_{S}$$

$$n_{1} i_{P_{2}} = \frac{2}{3} \sum_{N_{2}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{3}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{1}} n_{2} i_{S}$$

$$n_{1} i_{P_{3}} = \frac{2}{3} \sum_{N_{3}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{1}} n_{2} i_{S} - \frac{1}{3} \sum_{N_{2}} n_{2} i_{S}$$

د) تطبيق لمنظومة P3

يوجد ملف ثانوي واحد فقط لكل محور ، للامبير – لفة الثانوية قيمة متوسطة $n_2 \, I_c$ مساوية $n_2 \, I_c$ عوصل ، لاتساوي صفراً . كذلك $n_1 \, I_c$ مساوية الدورة . سنأخذ اذن

$$\sum_{N_1} n_2 i_S = n_2 \left(i_{S_1} - \frac{I_c}{3} \right)$$

$$\sum_{N_2} n_2 i_S = n_2 \left(i_{S_2} - \frac{I_c}{3} \right)$$

$$\sum_{N_3} n_2 i_S = n_2 \left(i_{S_3} - \frac{I_c}{3} \right).$$

في مثل هذه الشروط ، مجموع الامبير – لفة الثانوية يكون صفراً خلال كل الدورة التيارات في الملفات الابتدائية (الشكل 3.11) لهما التعابير نفسها اياً كان شكل الاقتران لها . قيمتها الفعلية هي

$$I_{P} = \frac{n_{2}}{n_{1}} I_{c} \sqrt{\frac{1}{T} \left(\frac{4}{9} \frac{T}{3} + \frac{1}{9} \frac{2T}{3}\right)}$$

$$I_{P} = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n_{2}}{n_{1}} I_{c} ;$$

ومنه معامل القدرة الابتدائي

$$f_P = \frac{U_{c_0} I_c}{3 V_P I_P}$$

$$= \frac{\frac{3}{\pi} V_m \frac{\sqrt{3}}{2} I_c}{3 \frac{n_1}{n_2} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n_2}{n_1} I_c} = 0,827.$$

اذا كان الابتدائي يكمل مثلث ، فلتيارات الخطوط قيمة

$$J_{P} = \frac{n_{2}}{n_{1}} \, I_{c} \, \sqrt{\frac{2}{3}} \, ,$$

ومعامل قدرة الخط يعطي من خلال

$$f_L = \frac{U_{c_0} I_c}{\sqrt{3} V_P J_P},$$

 f_P : ويكون في هذه الحالة مساوياً

ملاحظة

للمنظومة P6 ، استعمال العلاقات العامة يعطى :

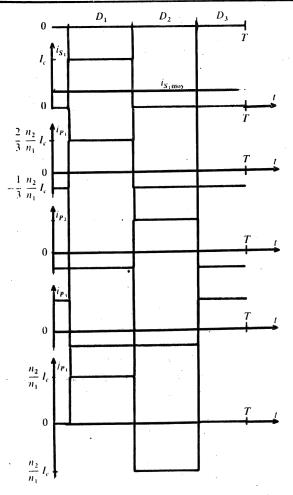
- ابتدائي بشكل مثلث:

$$I_P = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{n_2}{n_1} I_c$$
, $f_P = 0.78$

$$J_P = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{n_2}{n_1} I_c, \qquad f_L = 0.955$$

- ابتدائي بشكل نجمة

$$I_P = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n_2}{n_1} I_c , \qquad f_P = 0.955 .$$



الشكل . 11 . 3

4. 11. هبوط الجهد بالتشغيل الاعتيادي

تسبب ممانعات عناصر منظومة التقويم وتلك لشبكة التغذية نقصان بالجهد المقوم $U_c(I_c)$ بالتتابع مع زيادة التيار المستمر المقطع I_c في بداية مميزة الجهد الكلي الترسط من حالة اللاحمل والتشغيل في حالة الحمل التام . هبوط الجهد الكلي ين التشغيل من حالة اللاحمل والتشغيل في حالة الحمل التام . هبوط الجهد الكلي مكون اعتياديا قليلا نسبة لجهد اللاحمل U_c وهذا يساعد على حساب بتقريب جيد .

- . يأخذ هبوط الجهد ΔU_c مجموع هبوطات الجهد الجزئية المحسوبة على انفراد -
- بحساب كل هبوط جزئي بالجهد بدون الاخذ بالنظر المعلوم الظواهر التي هي الاساس للهبوطات الاخرى .

يتم الحصول على الهبوط الكلي بالجهد باضافة :

- $\Delta_1 U_c$ الهبوط بسبب المفاعلات –
- $\Delta_2 U_c$ الهبوط بسبب المقاومات -
- $\Delta_3 U_c$ الهبوط بسبب الثنائيات –

سنكتب اذن

$$U_c = U_{c_0} - \Delta U_c,$$

$$\Delta U_c = \Delta_1 U_c + \Delta_2 U_c + \Delta_3 U_c.$$

خاصة للمنظومات بقدرات كبيرة . فان المفاعلات هي التي تسبب الهبوط الرئيس بالجهد .

(Over lap voltage drop)

1.4. II. هبوط الجهد بسبب التداخِل

عندما يصبح مقوم موصلاً ، فان التيار الذي يعبره لايمكن ان ينتقل آنيا من الصفر الى I_c الى التيار في المقوم الموصل سابقاً لايمكن ان ينتقل فجأةً من I_c الى الصفر هذا يفرض عدم استمرارية التيارات في الملفات الثانوية والابتدائية وفي خط التغذية .

عندما يدخل ثنائي في حالة التوصيل . هناك تقطيع متزامن له ولذلك سيتوقف عن التوصيل . يسبب هذا التداخل بفترات التوصيل نقصان $\Delta_1 U_{\rm c}$ للجهد المقوم المتوسط.

نأخذ بالنظر المعلوم مفاعلة التسرب (Leakage reactance) للملفات وتلك للشبكة ممثلة من خلال مفاعلة واحدة N_2 منسوبة لكل ملف ثانوي . نتبع على الشكل 3.12 التد اخل للاطوار او 2 الممثلين بمفاعلاتهما

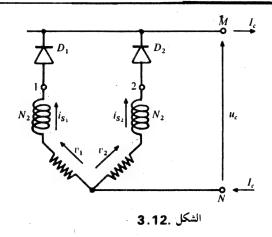
- : عندما یکون الثنائی D_1 بمفرده موصلا به یکون i_{S_1} مساویا I_{c} اذن ثابتا -
- ستمر D_2 ويصبح D_2 موصلا يستمر D_2 اللحظة D_2 اللحظة D_1 ويصبح D_2 وينتقل D_3 التقطيع المتزامن للثنائي D_1 وللثنائي D_2 حتى ينتقل D_3 من الصفر الى D_4

$$t = T/4 + T/2q + \alpha/\omega$$

بنتهي هذا الانتقال للتيار I_c من الطور الى الطور 2 عند وتسمى راوية الاسترد اد (recovery angle) او زاوية التداخل (overlap angle) جتى اللحظة $u_c = v_2$ هي حالة التوصيل ، فان $v_c = v_2$ عند خل الثنائي $v_c = v_2$ عند التوصيل ، فان $v_c = v_2$ عند خل الثنائي والتوصيل ، فان $v_c = v_2$ عند خل الثنائي والتوصيل ، فان $v_c = v_2$ عند خل الثنائي والتوصيل ، فان $v_c = v_2$

: خلال التقطيع المتزامن للثنائيين $D_1 \in D_2$ ، الجهد المقوم له التعابير

$$u_c = v_1 - N_2 \frac{di_{S_1}}{dt}$$
$$= v_2 - N_2 \frac{di_{S_2}}{dt}.$$



بما ان مجموع $I_{s_1}+i_{s_2}$ المساوي بما ان مجموع

$$\frac{\mathrm{d}i_{S_1}}{\mathrm{d}t} + \frac{\mathrm{d}i_{S_2}}{\mathrm{d}t} = 0$$
, if $u_c = \frac{v_1 + v_2}{2}$.

تستنتج قيمة الزاوية α.من

$$v_1 - N_2 \frac{di_{S_1}}{dt} = v_1 + N_2 \frac{di_{S_2}}{dt} = v_2 - N_2 \frac{di_{S_2}}{dt}$$

$$\frac{\mathrm{d}i_{S_2}}{\mathrm{d}t} = \frac{v_2 - v_1}{2 N_2} = \frac{V_m}{2 N_2} \left[\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{q}\right) - \sin\omega t \right] = -\frac{V_m}{N_2} \sin\frac{\pi}{q} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{q}\right).$$

یکون التیار is، اذن علی صورة

$$i_{S_2} = -\frac{V_m}{N_2 \omega} \sin \frac{\pi}{q} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{q}\right) + \text{Cte}.$$

نجد قيمة الثابت بملاحظة i_{S_2} يكون بقيمة الصفر عند

$$\omega t = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q}.$$

ومنه

$$i_{S_2} = \frac{V_m}{N_2 \omega} \sin \frac{\pi}{q} \left[1 - \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{q} \right) \right]$$

 α من اجل الحصول على قيمة α ، نلاحظ حين تساوي

$$1 - \cos \alpha = \frac{N_2 \, \omega I_c}{V_m \sin \frac{\pi}{q}} \, .$$

تسبب هبوط الجهد من ان خلال الفترة $(-\alpha + \frac{T}{29} + \frac{T}{29})$. بدلا من ان يكون الجهد المقوم u_c مساوياً v_c فانه لايساوي الا v_c v_c ومنه هبوط الجهد المتوسط

$$\Delta_1 U_{\epsilon} = \frac{q}{2\pi} \int_{\frac{\eta}{2} + \frac{\pi}{q}}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \alpha} \left(v_2 - \frac{v_1 + v_2}{2} \right) d\omega t$$
$$= \frac{q}{2\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} (1 - \cos \alpha)$$

$$\Delta_1 U_c = \frac{q}{2 \pi} N_2 \, \varpi I_c \quad .$$

يتناسب هبوط الجهد اثناء التداخل مع التيار $\mathbf{I}_{\mathcal{C}}$ ومع المفاعلة ω وكذلك مع العد د q للاطوار .

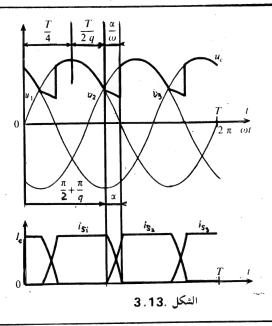
هذه هي السيئة الثانية لمنظومات التبديل التوازي لقيمة عالية للعدد q من الاطوار .

يبين الشكل 3.13 الحالة حيث q يساوي 3 التعديلات لشكل الموجة للجهسد ولموجات التيارات i_{S_3} , i_{S_1} , i_{S_1} , i_{S_1}

أ) لانطبق العلاقات السابقة الا لقيم التيار، التي لاتجعل زاوية التداخل اكبر من $2\pi/q$ لانهما تطابقان التقطيع تارة بثنائي واحد وتارة بثنائيين. هذا التشغيل للمنظومة اعتياديا من بداية التشغيل في حالة اللاحمل حتى التشغيل في التحميل الزائد.

 $_{-}$ عندما يصبح $_{1}$ اكبر ، التقطيع للتيار $_{1}$ يتم تارة من خلال ثنائيين وتارة مـــن خلال ثلاثة ثنائيات ثم من خلال $_{1}$ و $_{1}$ الخ

: اذا قطع K ثنائي في الوقت نفسه وللجهد K تعبير متزامن



$$u_e = v_1 - N_2 \frac{di_{S_1}}{dt}$$

$$= v_2 - N_2 \frac{di_{S_2}}{dt}$$

$$= v_K - N_2 \frac{di_{S_K}}{dt}$$

$$= i_{S_1} + i_{S_K} + \cdots + i_{S_K}$$
 $i_{S_1} + i_{S_1} + \cdots + i_{S_K}$
 $i_{S_1} + i_{S_2} + \cdots + i_{S_K}$

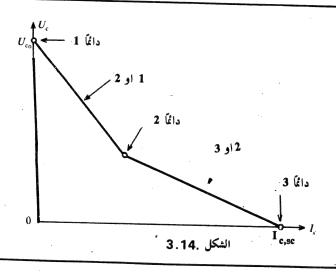
$$u_c = \frac{v_1 + v_2 + \cdots + v_K}{K}.$$

كلما كان العدد K كبيراً ، كان u_c قليلاً لأننا نأخذ المتوسط للجهود البعيدة جداً عن ذرواتها .

short-circuit على الحد ، عندما يشكل الخروج دائرة قصيرة على الحد ، عندما يشكل الخروج دائرة قصيرة u_c يكون الجهد u_c بصورة مستمرة بقيمة الصفر أي أن جميع الثنائيات تقطع على الدوام .

 $U_c(I_c)$ اذا أخذنا تأثير المفاعلات فقط ، تكون المميزة الكلية للجهد مكونة من (q'-1)جزءاً مستقيماً بمنحني في نقصان مستمر .

أشرنا ، على الشكل 3.14 المطابق لمنظومة .P3 ، الى عدد الثنائيات الموصلة تزامنياً .



2.4.11 هبوط الجهد بسبب المقاومات

يمكن استنتاج النقصان $\Delta_2 U_c$ من الجهد المقوم بسبب المقاومات من معادلة Joule losses مقاقيد جول $p_{\rm J}=qr_2~I_S^2+q_1~r_1~I_P^2+q_1~r_1'~J_P^2$

q'1, q عدد الاطوار للثانوي وللابتدائي .

او $I_S,\,I_P$ مقاومة الطور لثانوي المحولة ، للابتدائي وللشبكة ، $I_S,\,I_P$ او $I_S,\,I_P$ مقاومة الطابقة .

رأينا كيفية تمثيل جميع هذه التيارات بدلالة التيار I_c ، اذن نستطيع وضم مقاقيد جول تحت صورة

$$p_{\rm J}=R_c\,I_c^2$$

مثلنامن خلال R. المقاومة الكلية للمنظومة منسوبة للجانب المستمسر. لهبوط الجهد قيمة

$$\Delta_2 U_c = R_c I_c = \frac{p_J}{I_c}$$

تطبيق على المنظومات المألوفة

- منظومة P2 :

$$q = 2, q_1 = 1, I_S = \frac{I_c}{\sqrt{2}}, I_P = \frac{n_0}{n_1} I_c,$$

$$p_J = 2 r_2 \frac{I_c^2}{2} + (r_1 + r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} I_c\right)^2,$$

$$\Delta_2 U_c = \left[r_2 + (r_1 + r_1') \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2\right] I_c.$$

: P3 منظومة -

$$q_1 = q = 3$$
, $I_S = \frac{I_c}{\sqrt{3}}$, $I_P = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n_2}{n_1} I_c$, $\left(J_P = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{n_2}{n_1} I_c \right)$

اذاكان الابتدائي بشكل نجمة

$$\Delta_2 U_{\rm cc} = \left[r_2 + \frac{2}{3} \left(r_1 + r_1' \right) \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_{\rm cc}.$$

اذاكان الابتدائي بشكل مثلث

$$\Delta_2 U_c = \left[r_2 + \left(\frac{2}{3} r_1 + 2 r_1' \right) \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c.$$

3.4.11. هبوط الجهد بسبب الثنائيات

يمر التيار l_c كل لحظة خلال ثنائي من الثنائيات التي عددها q وسيكون الهبوط بالجهد المطابق اذن

$$\Delta_3 U_{\mathbf{e}} = (u)_{I_c}$$

يمثل إلى الهبوط المباشر بالجهد المقروء لتيار العلى مميزة الثنائيات المستعملة ملاحظات :_

أ) تكون الكفاءة ١١ لمنظومة تقويم تحت صورة

$$\eta = \frac{U_c I_c}{U_c I_c + p_{fer} + p_J + p_D},$$

لان

P_{iron} مفاقيد الحديد للمحولة .

في ملفات $qr_2\,I_S^2+q_1\,r_1\,I_P^2$ Joules في ملفات المحولة .

 $(u)_{I_c}$ مفاقید بسبب الثنائیات ومساویة P_D

ب) حسبنا $\Delta_3 U_c$ و $\Delta_3 U_c$ مع اشكال الموجات المثبتة للتيارات بأهمال التداخل لقيمة معينة للتيار $\Delta_2 U_c$ تنقص هذه الظاهرة قليلاً التيار $\Delta_2 U_c$ وتنقص الهبوط المتوسط بالجهد $\Delta_3 U_c$ في الثنائيات ولكن يمكن ان تكون التصحيحات المطابقة مهملة في الدراسة للتشغيل الاعتيادي لان الزاوية α تكون في هذه الحالة صغيرة .

5.11. تشغيل في حالة الدائرة القصيرة

تكون الممانعات لعناصر المنظومة مضايقة في حالة العمل الاعتيادي لانها تسبب مفاقيد (هبوطات) بالجهد. ولكنها هي التي تحدد التيارات في حاله زيادة الحمل وخاصة في حالة الدائرة القصيرة.

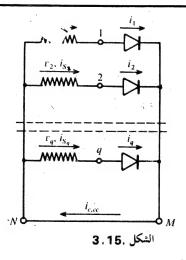
 $N_2 \ \omega$ نستطيع حساب هذا التحديد يتقريب اولي اخذين بالنظرة المعلومة المفاعلات فقط .

1.5.11. تيار الدائرة القصيدرة : -

عندما تتصل الاطراف M و N بصورة مباشرة (الشكل 3.15) يوضح كل ملف ثانوي بشكل دائرة قصيرة عبر ثنائي واحد . مثلاً للطور 1

$$N_2 \frac{\mathrm{d}i_{S_1}}{\mathrm{d}t} = v_1 = V_m \sin \omega t.$$

12



(انظر الفصل 2 ، الجزء 2.3.11 ، الملاحظة $i_{\rm S1}$ التيار $i_{\rm S1}$ الملاحظة $i_{\rm S1}$ الملاحظة $i_{\rm S1}$ الملاحظة $i_{\rm S1}$ الملاحظة الملاحظ

للتيارات ية القيمة الفعلية التالية

$$I_{S} = \frac{V\sqrt{2}}{N_{2}\omega} \sqrt{\frac{1}{T}} \int_{0}^{T} (1 - \cos\omega t)^{2} dt$$
$$= \sqrt{3} \frac{V}{N_{2}\omega},$$

اي ان قيمتها اكبر بمقدار $\sqrt{3}$ مرة من حالة الدائرة القصيرة بين الاطراف الثانوية يجب ان تؤخذ بالنظرة المعلومة هذه الزيادة في حالة بناء الحولة .

لاتنتقل المركبة المتوسطة V_m/N_2 للتيارات الثانوية الى الابتدائي والتيارات الابتدائية وتيارات الخطوط هي نفسها كما في حالة الدائرة القصيرة الاعتيادية لكل ثنائى تيار بقيمة متوسطة 1000

$$i_{\mathbf{av},\mathbf{sc}} = i_{S_1,\mathbf{av}} = \frac{V_m}{N_2 \omega};$$

ومنه تيار الدائرة المتوسط

$$I_{c,sc} = qi_{av,sc} = q \frac{V_m}{N_2 \omega}$$

نلاحظ بان ، لهذه الطريقة للتبديل ، القيمة الآنية i_{c,g_i} لتيار الدائرة القصيرة تساوي I_{c,c_c} . بالحقيقة

$$i_{c,sc} = \frac{V_m}{N_2 \omega} \left\{ 1 - \cos \omega t + 1 - \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{q} \right) + \dots + 1 - \cos \left[\omega t - (q-1) \frac{2\pi}{q} \right] \right\}$$

$$= q \frac{V_m}{N_2 \omega} - I_{c,sc} ;$$

اذن يكون تيار الدائرة القصيرة ثابتاً .

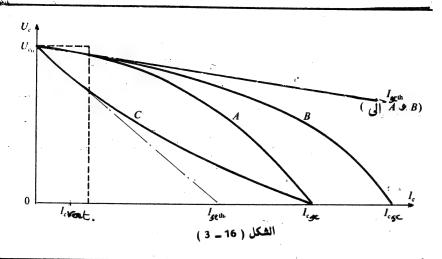
2.5.11 نسبة الدائرة القصيرة

الميزة الكلية للجهد هي المنحنى $U_c(I_c)$ الذاهبة من نقطة اللاحمل (U_{co} , 0) الى نقطة الدائرة القصيرة $U_c(I_c)$. المميزة المثالية (بخطوط متقطعة على الشكل (3.16) ستكون بحيث ان الممانعات

- لاتسبب اي هبوط بالجهد بين التشغيل في اللاحمل والتشغيل في الحمل الزائد المحتمل بصورة عابرة
 - ثم تسبب هبوطاً مفاجئاً للمنحني حتى نقطة الدائرة القصيرة .

تكون كذلك المنظومة افضل ان كان لها مميزة بأقل انحدار في البداية وان امنت تحديد افضل لتيار الدائرة القصيرة

كذلك المنحنى Aهو افضل من المنحنى B (الانحدار الابتدائي نفسه ولكن بتيار دائرة قصيرة $I_{c,sc}$ اقل) ومن المنحنى C (نفس $I_{c,sc}$ ولكن الانحدار الابتدائسي يتدرج في القلة) .



من اجل وصف جودة منضومة التقويم ، فرضنا الرمز $K_{\rm gc}$ لتعريف «نسبة الدائرة القصيرة» .

يه $I_{gc, th}$ الذي نحصل عليه بتمديد $I_{c, sc}$ وتيار $I_{gc, th}$ الذي نحصل عليه بتمديد الجزء الابتدائي من المميزة حتى الاحداثي بجهد صفر.

كلما كانت النسبة K_{ge} قليلة ، صارت المنظومة افضل . بداية المميزة ، في حالــة المنظومات بتبديل توازي واذا لم تأخذ بالنظرة المعلومة الا المفاعلات ، تعطى من خلال

$$\begin{split} U_c &= U_{co} - \Delta_1 U_c \\ &= \frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} - \frac{q}{2 \pi} N_2 \omega I_c \; ; \\ I_{sc, th} &= 2 \sin \frac{\pi}{q} \frac{V_m}{N_2 \omega} \; , \end{split}$$

عندما يزداد عدد الاطوار q. تزداد النسبة K_{cc} . وتقل جودة المنظومة نجد الحاجة بعدم

q	2	3	6	12	18	
Kgc	1	1,73	- 6	23	52	

استعمال التبديل التوازي مع قيم مرتفعة لعدد الاطوار 4

ااا. المنظومات بتبذيل توازي مزدوج

المنظومات المقومة لعدد q من الجهود الكوكبية الشكل وبمساعدة q مقوم كانت ومازالت تسمى بمنظومات قنطرة كراتز (Graetz Bridge) او منظومات بشكل قنطرة. لقد صنفناهما من ضمن منظومات التبديل التوازي المزدوج لغرض تمييزها عن تلك المستعملة للتبديل التوالى عندما ادخلنا هذه النوعية الجديدة من المنظومات المستعملة للتبديل التوالى عندما ادخلنا هذه النوعية الجديدة من المنظومات

11.11. المنظومات المألوفة

كاحادية الطور ، القنطرة باربعة مقومات (الشكل1.5) يمكن ادخالها تحت اسم PD2 ، تحت فئة منظومات التبديل التوازي المزدوج على شرط احتساب نقطة الوسط خيالية O.

$$v_2 = -u/2$$
 و $v_1 = u/2$ الى $v_2 = -u/2$ و $v_2 = -u/2$ و $v_3 = u/2$ الى الجهد

0 < 1 < T/2 size

، الثنائي
$$D_1$$
 يوصل D_1 بوصل

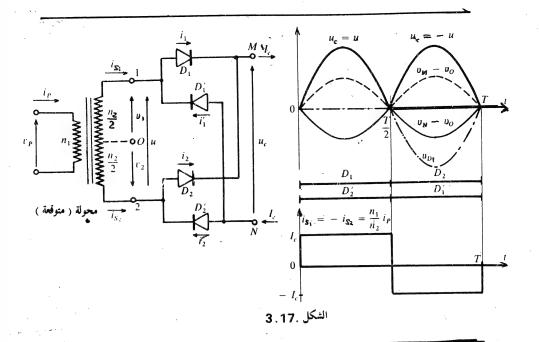
$$v_{M} - v_{O} = v_{1}, \quad v_{D_{2}} = v_{2} - (v_{M} - v_{0}) = v_{2} - v_{1} = -u$$

يوصل $D_2 \cdot r_2 > r_1$

$$v_N - r_O = v_2$$
, $v_{D_1'} = (v_N - v_O) - v_1 = v_2 - v_1 = -u$
 $u_{\epsilon} = (r_M - r_O) - (v_N - r_O) = v_1 - v_2 = u$

T/2 < t < T are

الثنائي D_2' يوصل ، $v_2 < v_1$



$$v_M - v_O = v_2$$
, $v_{D_1} = v_1 - (v_M - v_O) = v_1 - v_2 = u$

$$V_1 - v_0 = v_1, v_{D_2} = (v_N - v_0) = v_1 - v_2 = u$$

$$v_0 - v_0 = v_1, v_{D_2} = (v_N - v_0) = v_1 - v_2 = u$$

$$v_0 = (v_M - v_O) - (v_N - v_O) = v_2 - v_1 = -u$$

· كثلاثية الطور . المنظومة PD3 أو قنطرة بستة مقومات الممثلة في الشكل 3.4 . هي واحدة من المنظومات الأكثر شيوعاً .

 v_M-v_O التقطيع للثنائي D_1 أو D_2 أو D_3 (الشكل D_3) يجعل الجهد D_1 ، D_2 ، D_3 ، D_4 ، D_5 ، D_6 ، D_6 ، D_7 ، D_8 ، D_8 ، D_8 ، D_8 ، D_9 ،

كذلك التقطيع للثنائي المطابق من السلسلة الثانية $v_3,\, v_2,\, v_1$ يجعل $v_3,\, v_2,\, v_3,\, v_2$ مساوياً الجهد الأكثر سلبية من الجهود v_3

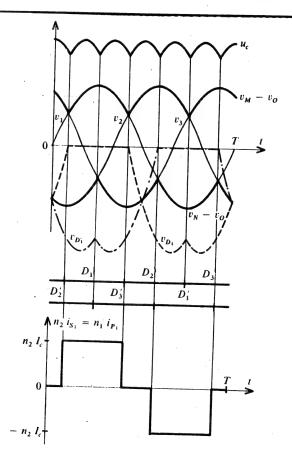
 D_1' عندما $v_1 = v_1$ قيمة $v_1 = v_1$ عندما $v_{O_1} = v_1$ عندما $v_{O_2} = v_1$ يوصل $v_1 = v_2 = v_3$ يوصل و $v_2 = v_3$ عندما $v_2 = v_3$

 $(v_M-v_O)-(v_N-v_O)$ يتكون الجهد المقوم uالذي يعطى من خلال الفرق v_N-v_O

ملاحظسة

محولة المنظومات PD2 و PD3 ليست مضاعفة لعدد الاطوار بالاضافة لذلك نقطة المستمر.

كذلك يمكن الغاء المحولة ، اذا لم يكن من الضروري الحصول على النسبــة متتاوب – مستمر المرغوب بها أو للمساعدة في تحديد تيارات الدائرة القصيرة .



الشكل .3.18

2.111. دراسة الجهود

1.2. الله مقوم

أ) قيمة متوسطة

تكون القيمة المتوسطة U_{c_0} للجهد المقوم في حالة اللاحمل بقيمة $U_{c_0} = (v_M - v_O)_{av} - (v_N - v_O)_{av}$.

وفي الحالة هذه v_M-v_0 هو الجهد المقوم الذي تعطيه المنظومة بتبديل توازي بسيط المقومة للجهود نفسها .

 $(v_M - v_O)_{\mathbf{S}^1} = \frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q}.$

الجهد $v_0 = v_0$ المكون من القيم الدنياوليس من القيم العظمى للجهود المتناوبة ، له قيمة متوسطة مساوية ومعاكسة لتلك المعطاة من المبدل الأكثر ايجابية .

 $U_{c_0} = \frac{2 q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q}$

مع الجهود نفسها للتقويم نضاعف الجهد المقوم المتوسط بالانتقال من المنظومة P الى المنظومة PD .

ب) درجة وتموج.

تعتمد الدرجة (فئة) n للجهد المقوم على قيمة وشفعية العدد q للاطوار اذا كان العدد q زوجياً ، فان كل جهدمتناوب يطابق جهداً أخريساوية بالقيمة ويعاكسه بالاشارة v_q ..., $v_{\frac{q}{2}+2}$, $v_{\frac{q}{2}+1}$ تطابق الجهود $v_{\frac{q}{2}+2}$, $v_{\frac{q}{2}+2}$ تطابق الذي يعاكسه يمرمن خلال أقل قيمة له : عندما يمرجهد من خلال ذروته وذلك الذي يعاكسه يمرمن خلال أقل قيمة له : $v_N - v_O$ مع القيم الدنيا للجهد $v_N - v_O$

يتكون الجهد المقوم u_c من p قمة جيبية خلال دورة واحدة T . اذا كان العدد . وردياً فبحلاف ذلك القيم الدنيا للجهده $v_m - v$ تقع بين مسارين للجهده $v_m - v$ من خلال $v_m - v$ قيمة عظمى وبالعكس . كذلك تمر الجهود $v_m - v_m$ $v_m - v_m$ الى قيمة عند $v_m - v_m$ v_m

يتكون الجهد المقوم منq 2 قمة جيبية خلال دورة واحدة . نستطيع استعمال العلاقات

المستنتجة في التبديل التوازي اخذين بالنظرة المعلومة ان الدرجة n للجهد المقوم تكون مساوية q أو q q تبعا للحالة .

$$K_0 = \frac{\pi}{2 n} \frac{1 - \cos \frac{\pi}{n}}{\sin \frac{\pi}{n}}$$
 $\left\{ \begin{array}{l} n = q, \quad |q| \text{ for } q = q, \\ u_c = U_{c_0} \left[1 + \sum_{K=1}^{\infty} \frac{-2(-1)^K \cos Kn \omega t}{K^2 n^2 - 1} \right] \end{array} \right\}$ $n = 2 \ q,$ اذا کان q فردي q فردي q فردي q

2.2. ا جهد عکسی : –

للجهود على اطراف المقومات اشكال الموجات نفسها وقيم قصوى (عظمي) نفسها كما في حالة التشغيل بالتبديل التوازي البسيط .

$$v_{i \max} = 2 V_m$$
 اذا $v_{i \max} = 2 V_m$ اذا $v_{i \max} = 2 V_m \cos \frac{\pi}{2 a}$

3.11. دراسة التيارات

1.3.111 تيار المقومات : -

كذلك تحتاج عودة التيار I_c التوصيل لواحد من الثنائيات التي عددها q للسلسلة I_c يساوي اذن I_c وكل من التيارات I_4' ... I_4' يساوي اذن I_4' خلال I_4' ثم صفرا حتى الدورة التالية لتيار المقومات التي عددها q 2 للمنظومة القيم التالية . q

$$i_{\text{lav.}} = i'_{\text{lav.}} = \frac{I_c}{q}$$

$$i_{\text{max}} = i'_{\text{max}} = I_c$$

$$I = I' = \frac{I_c}{\sqrt{q}}$$

2.3. III التيار الثانوي ومعامل القدرة له : -

T/q كل من الملفات الثانوية المتصل بثنائيين ، يعبره تيارخلال فترتين بزمن لكل فترة .

كذلك

 $I_{S_1} = + I_c$ عندما يكون الثنائي D_1 موصلاً . $D_1' = - I_c$ موصلاً . تكون القيمة الفعلية للتيارات الثانوية اذن

$$I_{S} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(I_{c}^{2} 2 \frac{T}{q} \right)}$$

$$I_S = I_c \sqrt{\frac{2}{q}}$$

يعطى معامل القدرة الثانوي من خلال .

$$f_{S} = \frac{U_{c_{0}} I_{c}}{q V I_{S}} = \frac{\frac{2 q}{\pi} V_{m} \sin \frac{\pi}{q} I_{c}}{q \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} I_{c} \sqrt{\frac{2}{q}}},$$

وله قيمة

$$f_s = \frac{2}{\pi} \sqrt{q} \sin \frac{\pi}{q}$$

لقيمة معينة لعدد الاطوار q ، يكون معامل القدرة اكبر بمقدار q مرة من ذلك في حالة التبديل التوازي لان الجهد المقوم والقدرة لقيمة معينة للتيار q يكونان مضروبين بمقدار q بينما التيار الثانوي لم يضرب الابمقدار q يكون معامل القدرة q مقارباً من

الواحد (unity)عندما يكون العددq صغيراً (0,90 في منظومة 20,955) في منظومة PD3 ولكن يقل اذا ازداد العدد Q

3.3.IIi.التيار الابتدائي ومعامل القدرة له

للانتقال من الامبير - لفة الثانوية الى الامبير - لفة الابتدائية تستعمل العلاقات العامة المشتقة في الفقرة 3.3.11.

نستطيع الاشارة الى ان جميع التيارات الثانوية هي متناوبة وبقيمة متوسطة تعد صفرا والمجموع للامبير – لفة الثانوية لكل محور لايقدم نهائياً اي مركبة متوسطة غير متوازنة تطبيق للمنظومات المألوفة

منظومة PD2 (انظر الشكل 3.17)

$$n_1 i_P = \frac{n_2}{2} (i_{S_1} - i_{S_2}) = n_2 i_{S_1};$$

اذن

$$n_1 I_P = n_2 I_S = n_2 I_C$$

$$f_P = f_S = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0.90$$
.

منظومة PD3 (انظر الشكل 3.18)

 I_c في كل لحظة ، احد التيارات الثانوية الثلاث يساوي ، I_c واخر يساوي ، I_c اذن

$$n_2 i_{S_1} + n_2 i_{S_2} + n_2 i_{S_3} = 0$$

ونيارات الملفات الابتدائية لاتتغير بتغير نوع اقتران الملفات

$$n_1 i_{P_1} = n_2 i_{S_1}, \qquad n_1 i_{P_2} = n_2 i_{S_2}, \qquad n_1 i_{P_3} = n_2 i_{S_3}$$

$$I_P = \frac{n_2}{n_1} I_S = \frac{n_2}{n_1} I_c \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$f_P = f_S = \frac{3}{\pi} = 0.955.$$

اذا كان الابتدائي على شكل مثلث . لتيارات الخطُوط قيمة تساوي $(n_2/n_1) I_c \sqrt{2}$ ويكون f_L هوكذلك مساويا

تكون و المساواة لمعاملي القدرة و n_2/n_1 على مقربة ولتيارات الابتدائي والثانوي للمنظومات PD3 و PD3 مرتبطة باحتمالية الفاء المحولة و

111.4. هبوط الجهد بالتشغيل الاعتيادي

نستطيع كما في حالة التبديل التوازي في بداية مميزة الجهد

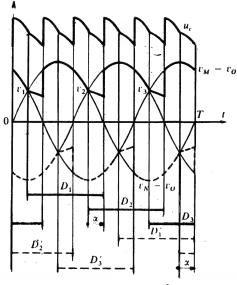
- حساب بصورة منفصلة الهبوط بالجهد بتأثير المسببات المختلفة .
 - ثم جمعهم للحصول على الهبوط ألكلي بالجهد .

1.4. III. هبوط الجهد بسبب التداخل

يتم ، انتقال التيار I_c من طور الى الذي يليه عندما يصبح جهد الاخير هو الاكبركما في التبديل التوازي . العلاقات التي تعطي الزاوية α والنقصان بالجهد $v_M = v_O$ لاتنغير .

تجرى الظاهرة نفسها حول النقطة Nمن اجل نقل دخول التيار I_c من طرف الى الذي يليه . وللزاوية والنقصان بالجهد $v_o = v_o$ القيمة نفسها . ومنه العلاقات التالية

$$1 - \cos \alpha = \frac{N_2 \, \omega I_c}{V_m \sin \frac{\pi}{q}}$$
$$\Delta_1 U_c = \frac{q}{\pi} \, N_2 \, \omega I_c$$



الشكل .19 3

 $^{\Gamma}M = ^{\Gamma}O$ يبين الشكل 19. 3 للمنظومة 2D3 ولزاوية α بقيمة $\pi/6$ مخطط الجهد $^{\Pi}O$ والجهد $^{\Pi}O$ والجهد $^{\Pi}O$

ملاحظات:

- أ) العلاقات الماضية لايمكن تطبيقها الا:
- بعدم وجود اكثر من ثنائيين تابعيين للسلسلة نفسها موصلين في الوقت نفسه ، اذن $lpha < 2\pi/q$
- اذاكان الثنائيان المتصلان بالطرف الثانوي نفسه لايوصلان في الوقت نفسه ، اذن $\alpha < \pi = (2\pi/q)$ عند هذه التقطيعات المتزامنة ، يكون الجهد، مساوياً الصفر وفي هذه الحالة لم تاخذ العلاقات الماضية ولا المخططات المبينة في الشكل 19. 3 بالنظرة المعلومة الفترات بجهد، α مساوياً الصفر.
- ب) للمنظومة PD3، لانستطيع استعمال العلاقات العامة الا عند lpha اذن $^{lpha/3}$ اذن $^{lpha/3}$ اذن $^{lpha/3}$ اقل من $^{lpha/3}$ اذن $^{lpha/3}$ اذن

للمنظومة PD2. لايمكن تطبيق العلاقات الماضية . نبرهن على ان الهبوط بالجهد الحثي حينئذ يعطى من خلال $\Delta_1 U_c = \frac{4}{\pi} \, N_2 \, \omega I_c \, .$

2.4.111 هبوط الجهد بسبت المقاومات

نحسب مرة اخرى الهبوط الاومى من خلال العلاقة العامة

$$\Delta_2 U_c = R_c I_c ,$$

20

$$R_c I_c^2 = q r_2 I_S^2 + q_1 r_1 I_P^2 + q_1 r'_1 J_P^2.$$

تطبيق للمنظومات المألوفة منظومة PD2

$$I_S = I_c$$
, $I_P = \frac{n_2}{n_1} I_c$
 $\Delta_2 U_c = \left[r_2 + (r_1 + r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c$.

$$I_S = I_c \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{n_1}{n_2} I_P \qquad \left(J_P = \frac{n_2}{n_1} I_c \sqrt{3} \right).$$

- اذا كإن الابتدائي بشكل نجمة

$$\Delta_2 U_c = 2 \left[r_2 + (r_1 + r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c.$$

- اذاكان الابتدائي بشكل مثلث

$$\Delta_2 U_c = 2 \left[r_2 + (r_1 + 3 r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c.$$

. 3.4.111 هبوط الجهد بسبب الثنائيات

مرور التيار ، يحتاج التوصيل (conduction) لثنائيين ، واحد من كل سلسلة . يكون الهبوط بالجهد اذن

 $\Delta_3 U_c = 2(u)_{I_c}$

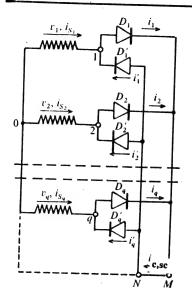
5. 111 . تشغيل في حالة الدائرة القصيرة

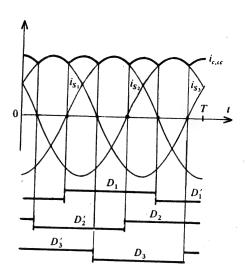
1.5.111 تيار الدائسرة القصيسرة

عندما يكون الطرفان M و N متصلين . فكل طرف ثانوي يكون متصلا بدائـرة قصيرة مكونة من ثنائيين مربوطين باتجاه متعاكس (الشكل 3.20). وللملفات الثانوية فان الاطراف مرتبطة مباشرة للدائرة القصيرة . اذاكان التيار i_{S_1} مثلا موجبا فانه يخرج من الطرف 1 الى الدائرة القصيرة خلال 1 واذاكان سالبا فانه يدخل الى 1 خلال الثنائي 1 . 1 لاشيء يقاوم الدوران الحر (الطليق) للتيارات المتناوبة في الملفات الثانوية .

تكون الاطراف الثانوية التي عددها 4. وبسبب الثنائيات التي عددها 2 و . وبسبب الدائرة القصيرة . بجهد متساو وتشكل نقطة حياد . وبسبب الدائرة القصيرة . بجهد متساو وتشكل نقطة والنقطة الحيادية والنقطة الحيادية للمحولة . تكون

النقاط الحيادية بجهد متساواي كما لوكان كل طور في حالة دائرة قصيرة مباشرة وتكون التيارات الثانوية في الحالة الثابتة (المستقرة) متناوبة





الشكل .20 . 3

كذلك: للطور ١

$$N_2 \frac{\mathrm{d}i_{S_1}}{\mathrm{d}t} = V_m \sin \omega t$$
 يعطي $i_{S_1} = \frac{-V_m}{N_2 \omega} \cos \omega t$;

والقيمة الفعلية للتيارات الثانوية هي

 $I_{S,cc} = V/N_2\omega$

تصل الانصاف الموجبة لموجات التيارات الثانوية التي عددها q الى الطرف M عبر الثنائيات للسلسلة D_q,\dots,D_q,\dots,D_q وتخرج الانصاف السالبة للموجات من D_q عبر الثنائيات للسلسلة الاخرى

يكون التيار المتوسط لكل ثنائي اذن

$$i_{\text{av.}, sc} = \frac{1}{\pi} \frac{V_m}{N_2 \omega}$$

والقيمة المتوسطة لتيار الدائرة القصيرة تكون مساوية مجموع القيم المتوسطة للتيارات الواصلة للطرف M او مجموع القيم المتوسطة للتيارات الخارجة من الطرف N ، اي

$$I_{c, S^c} = q i_{av, S^c} = \frac{q}{\pi} \frac{V_m}{N_2 \omega}$$

2.5.III نسبة الدائرة القصيرة Short-eircuiratio

بما ان $V_{co}=(2q/\pi)$ بان للتيارالنظري للدائرة القصيرة، $U_{co}=(2q/\pi)$ بما ان $\Delta_1 U_c=(q/\pi)$ القصيرة، في بداية مميزة الجهد $\Delta_1 U_c=(q/\pi)$ المراجة الجهد

$$I_{\text{sc,th}} = \frac{\frac{2 q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q}}{\frac{q}{\pi} N_2 \omega} = 2 \frac{V_m}{N_2 \omega} \sin \frac{\pi}{q}.$$

وفي هذه الحالة $I_{
m sc,th}$ = $(q/\pi) \; (V_m/N_2 \omega),$ اذن نسبة الدائرة القصيرة تكون :

$$K_{\rm sc} = \frac{q}{2 \pi \sin \frac{\pi}{q}} \quad .$$

انها افضل من تلك التي حسبت في التبديل المتوازي البسيط ، لانه لعدد معين من عدد الاطوار ρ ، تكون اقل بمقدار π مرة .

مللحظية

للمنظومة $^{
m PD2}$ العلاقة العامة التي تعطي $^{
m PD2}$ غير قابلة للتطبيق

$$\Delta_1 U_c = rac{4}{\pi}\,N_2\;\omega I_c$$
 .
$$I_{
m se,th} - V_m/N_2\omega \qquad$$
فد ایعظی $U_{c_0} = (4/\pi)\,V_m$ و و

$$I_{\rm c,sc}=rac{2}{\pi}\,rac{V_m}{N_2\,\omega}\,, \qquad K_{
m sc}=rac{2}{\pi}\,,$$
ينما للمنظومة P2 ، النسبة $K_{
m sc}$ كانت مساوية

IV. المنظومات بتبديل توالي

لايمكن الحصول على اداء المنظومات بتبديل توازي بسيط او مزدوج عندما يزداد العدد 9 للجهود الخاضعة للتقويم .

كذلك من اجل الحصول مباشرة على جهود مقومة بتموج قليل ١ فترضنا انجازها ساكنة وبوجود مقومات العملية التي تنجزها مجموعةفوش – مبدل (Commutator – brushs) للمكائن الدوارة ذات التيار المستمر.

تحافظ المنظومات المستعملة لهذا المبدأ على اداء ممتاز اياكان عدد الاطوار 4. لكن دراستها العامة تكون اكثر تعقيدا من تلك للنظومات بتبديل توازي . ايضا سوف نستمر بالاشارة الى كيفية تشغيلها واظهاركيفية برهنة المعادلات الاساسية .

1.IV دراسة الجهود

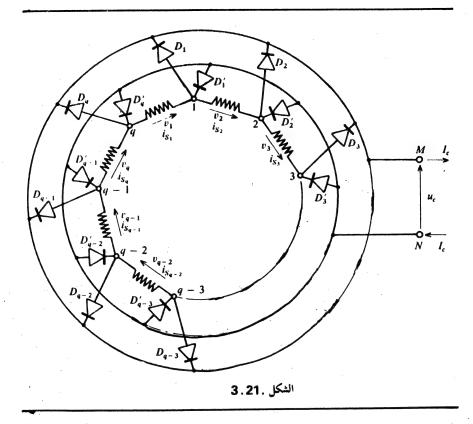
1.1.IV قواعــد التشَغيــل

 $v_q \dots v_2, v_1$ تكون الملفات التي عددها q والمستقر عليها الجهود المتناوبة v_1, v_2, v_3 مجمعة بشكل مضلع (الشكل 3.21). بفضل مبدل اكثر ايجابياً متكون من الثنائيات D_q, \dots, D_2, D_1 يكون الطرف الأكثر ايجابيا متصلا بالنقطة D_q, \dots, D_2, D_3 يتصل بالنقطة D_q قمة المضلع الاكثر سلبية .

نلاحظ اولا اننا اذا رقمنا الجهود المتناوبة التي عددها $\,q\,$ في الترتيب المباشر

$$\begin{aligned} v_1 &= V_m \sin \omega t \\ v_2 &= V_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{q} \right) \\ v_q &= V_m \sin \left[\omega t - (q-1) \frac{2\pi}{q} \right], \end{aligned}$$

تصبح الجهود السالبة موجبة في الترتيب للترقيم : t=2T/q عند v_3 , t=T/q عند v_2 , t=0 الخ



كذلك ، في ترتيب الترقيم ، الجهود الموجبة تصبح سالبة :

الخ $v_1 = T/2 + 2T/q$ عند v_3 , t = T/2 + T/q عند v_2 , t = T/2 عند v_1 عند v_1 عند منا عند منا عند منا تكون الجهود

و، v_{i+1} , v_{i+2} , v_{i+1} , v_{i}

البة به v_{i-1} v_{i-2} , ..., v_4 , v_3 , v_2 تكون الجهود ي

اذا كان الطرف الاكثر ايجابيا هو 1 والطرف الاكثر سلبيا هو 1-1 فالثنائيات الموصلة هي D_{i-1} , D_1

بمجرد ان يصبح الجهد r_2 موجباً . تكون القمة 2 اكثر أيجابية من القمة 1 وسيصبح الثنائي D_2 موصلاً بدلاً من D_1 .

الثنائي الموصل من السلسلة الاولى هو ذلك الذي يتصل بنهاية الملف الذي اصبح الجهد عليه موجبا اخيرا .

كذلك ، بمجرد ان يصبح الجهد v_i سالبا ، فان جهد القمة i سيكون اكثر سلبيا من ذلك للقمة i – i والثنائي D'_{i-1} ينطفيء والعودة للتيار i في المضلع ستتسم عبر الثنائي D'_{i} .

الثنائي الموصل للمبدل الاكثرسلبيا هو ذلك الذي يكن متصلا بنهاية الملف الذي اصبح الجهد الذي عليه سالبا في الاخير.

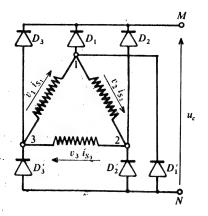
م بالانتقال من القمة الاكثر سلبية (المتصلة بالطرف N) الى القمة الاكثر ايجابية (المتصلة بالطرف M)، نرى على التعاقب بان جميع الملفات خاضعة لجهود موجبة .

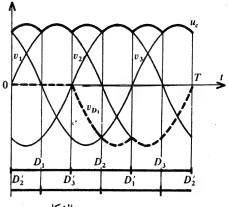
يكون الجهد المقدم u_c ، في اية لحظة ، مساوياً مجموع الجهود الموجسة . نستطيع الانتقال من N الى M بملاقاة ، ولكن العكس ، جميع الجهود السالبة . يكون مجموع جهود النظام متعدد الاطوار متوازناً بقيمة الصفر ، وهذا يؤدي الى قيمة الجهد نفسها v_c

2.1.IV . أمثلـــة

المنظومة الاكثربساطة لمنظومات التبديل التوالي هي المنظومة S3 التي تقوم الجهود النظائة المتولدة في الملفات على شكل مثلث (الشكل 0.22) توصل الثنائيسات على شكل مثلث (الشكل 0.22) توصل الثنائيسات 0.2 بمجرد ان تصبح الجهود 0.2 سالية .

يتكون الجهد المقوم u_c ، المساوي لمجموع الجهود الموجبة ، من ست قمم جيبية لكل دورة .





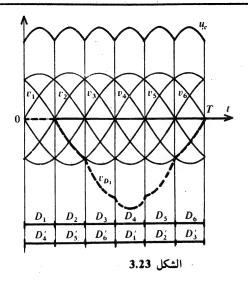
الشكل .3.22

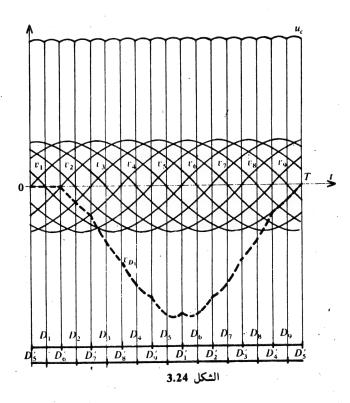
مثلنا في الشكل 3.5 المنظومة 86 . الجهد u_0 ليس الا من الدرجة 6 لان التغيرات للثنائيات الموصلة تتم في الوقت نفسه لكلتا السلسلتين (الشكل 3.23) .

رنستطيع الاستفادة من الحفاظ على الأداء عندما يزداد عدد الاطوار q من اجل الحصول على جهود مقومه قليلة التموج ومن اجل ان يكون الجهد من الدرجة q يجب ان نأخذ العدد q بقيمة فردية .

يبين الشكل 3.24 التقويم بواسطة المنظومة S9 لتسعة جهود: ثانوية لمحولسة ثلاثية – تساعية الطور

$$u_{c \max} = 2.873 \ V_m \,, \qquad u_{c \min} = 2.830 \ V_m \,.$$





في كل لحظة يكون الجهد المقوم مساؤياً مجموع الجهود الموجبة ، وقيمته المتوسطة V_m/π ، مضروبة U_{co} عطى من خلال القيمة الموجبة المتوسطة لكل واحد منهما ، مضروبة بالعد د $U_{co}=rac{q}{\pi}\,V_m$

تعطى الدرجة " للجهد المقوم معامل التموج له وتحليل فورير له

اذا كان q زوجياً n=q اذا كان q فردياً n=2q

.4.1.۱۷ جهد عکسی

لجهد اطراف الثنائي تعابير متعاقبة المجاميع المختلفة (اومعكوسها) للجهود المتعددة الاطوار الموجودة في الترتيب المتعاقب للاطوار. يكون الجهد ذا قيمة دنيا (minimum) عندما يكون المجموع الأكبر الاتساعات ذا قيمة دنيا

في الحالة هذه ، يكون الجهد u, مساوياً مجموع الجهود الموجبة وقيمته العظمى تعطى من القيمة العظمى التي يمكن ان تمثل مجموع الجهود المتناوبة اذن يكون الجهد المعكسي الاقصى مساوياً للقيمة العظمى للجهد المقوم . \bar{r} تبعاً للعدد p للاطوار ، ذلك يعطى

$$v_{i \max} = \frac{V_m}{\sin \pi/q}$$
 اذا کان q زوجیاً $v_{i \max} = \frac{V_m}{2 \sin \pi/2q}$ اذا کان q فردیاً

 U_{co} مساویاً U_{co} عند u_{co} عند u_{co} ، ویکون u_{imax} وبالاحری قریباً من u_{co} اذا گانت u_{co} اذا گانت u_{co}

2.IV. دراسة التيارات ------1.2.IV تيارا المقومات

كل مقوم يمور التيار المقوم I_c المفروض ثابتا خلال T/q ومنه القيم المختلفة للتيار في كل من الثنائيات التي عددها $2 \frac{1}{q}$

$$i_{\text{av.}} = \frac{I_c}{q}, \qquad i_{\text{max}} = I_c, \qquad I = \frac{I_c}{\sqrt{q}}$$

2.2. [٧] ألتيار الثانوي ومعامل القدرة له

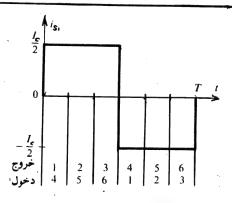
ضمن (داخل) المضلع المكون من الملفات الثانوية ، ينقسم التيار ، الذي يدخل من القمة المتشلة بالطرف، ويخرج من القمة المتصلة بالطرف، بين مسارين :

يتكون الأول من الاطوار ذات الجهود الموجبة .

والاحرمن تلك ذات الجهود السالبة .

أ) عدد الاطوارة زوجي

يو جدد q/2 طور في كل مسار . ينقسم التيار I_c الى جزأين متساويين . يكون التيار في الطور مساويا $I_c/2$ عندما يكون جهده موجبا (اذن يكون في المسار الاول) . ومساويا $I_c/2$ عندما يكون جهده سالباً (المسار الثاني) . كذلك



الشكل .25 . 3

$$0 < t < \frac{T}{2}$$
, sie $i_{s_1} = \frac{I_c}{2}$, $\frac{T}{2} < t < T$. sie $= -\frac{I_c}{2}$,

اذن للتيارات الثانوية القيمة الفعلية التالية : $\frac{I_c}{2}$

على الشكل 3.25. الذي يعطي شكل موجة التيار i_{S_1} لجميع القيم الزوجية لعدد الاطوار q. اشرنا ، بالاضافة لذلك عند q=qالى اطراف الدخول والخروج للتيار i_{S_1} في المضلع خلال كل فترة . يكون معامل القدرة الثانوي

$$f_{S} = \frac{U_{c_{0}} I_{c}}{q V I_{S}} = \frac{\frac{q}{\pi} V_{m} I_{c}}{q \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} \frac{I_{c}}{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

$$f_{S} = 0.90$$

ب) عدد الاطوار q فردي

يوجد 2/(q+1) طور في مسار و (q-1)/2 في المسار الآخر . ينقسم التيار I_c نبعا للنسبة العكسية لعدد الملفات التي يحتويها كل مسار،يوجد خلال كل فترة

$$\frac{q+1}{2} |I_c|,$$

$$\frac{q-1}{2} |I_c|,$$

$$\frac{q+1}{2} |I_c|.$$

لكل دورة T. يوجد q كفترة زمنية بزمن q Q Q حيث يوجد جهود موجسة اكثر من الجهود السالبة Q حيث العكس .

خلال دورة . كل طور يشغل الحالات المحتملة التي عددها 2 ويسري فيهتيار ذا قيمة .

فترة
$$\frac{q+1}{2}$$
 خلال $+\frac{q-1}{2\,q}\,I_c$ فترة $+\frac{q-1}{2\,q}\,I_c$ فترة خلال $+\frac{q+1}{2\,q}\,I_c$

فترة
$$\frac{q+1}{2}$$
 خلال $-\frac{q-1}{2\,q}\,I_c$ فترة $-\frac{q-1}{2\,q}\,I_c$ فترة خلال $-\frac{q+1}{2\,q}\,I_c$

ومنه القيمة الفعلية للتيارات الثانوية

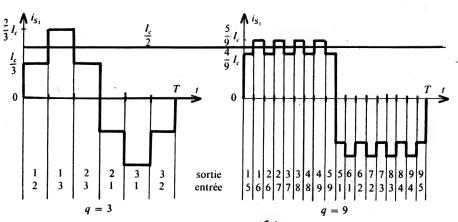
$$I_{S} = \sqrt{\frac{1}{T} \left[(q_{s} + 1) \frac{T}{2 q} \left(\frac{q - 1}{2 q} I_{c} \right)^{2} + (q - 1) \frac{T}{2 q} \left(\frac{q + 1}{2 q} I_{c} \right)^{2} \right]}$$

$$I_{S} = \frac{I_{c}}{2} \frac{\sqrt{q^{2} - 1}}{q}$$

ومعامل القدرة الثانوي

$$f_{S} = \frac{\frac{q}{\pi} V_{m} I_{c}}{q \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} \frac{I_{c}}{2} \frac{\sqrt{q^{2} - 1}}{q}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \frac{.q}{\sqrt{q^{2} - 1}}$$

$$f_{\rm S}=0.90\,\frac{q}{\sqrt{q^2-1}}\,\,.$$



الشكل .3.26

يكون f مساويا 0,955 عند g عند g ويميل باتجاه g عند ما يميل g باتجاه اللانهاية يحافظ معامل القدرة الثانوي دوما على قيمة مرتفعة .

يبين الشكل 3.26 الرسم التخطيطي لشكل موجة التيار ،is لعدد اطوار ثانويسة مساويا 3 ثم الى 9 .

3.2.1۷. التيار الابتدائي ومعامل القدرة له

نستنتج التيارات الابتدائية من التيارات الثانوية بمساعدة علاقات الامبير - لفة المثبتة في الفقرة 3.3.11.

لايمكن أن تحوي الأمبير- لفه لكل محور على مركبة مستمرة لأن لجميع التيارات الثانوية قيمة متوسطة مساوية الصفر

يوجد للمنظومة S3 ولكل محور تعديل للامبير – لفة .

$$\begin{aligned} n_1 & i_{P_1} = n_2 i_{S_1} , \\ n_1 & i_{P_2} = n_2 i_{S_2} , \\ n_1 & i_{P_3} = n_2 i_{S_3} . \end{aligned}$$

اذن

$$I_P = \frac{n_2}{n_1} I_S = \frac{n_2}{n_1} \frac{I_c}{2} \frac{\sqrt{8}}{3},$$

$$f_P = f_S = 0.955.$$

اذا كان الابتدائي بشكل مثلث $J_P = \sqrt{3} \, I_P$ و $I_P = 1$ للمنظولات بعدد I_P مرتفع ، تكوين الامبير – لفة الثانوية بسبب الملفات المختلفة المربوطة على المحور نفسه الذي يؤدي الى نتائج مقاربة جدا للجيبية (Sinusoidal). تكون نسبة التوافقيات الابتدائية قليلة ومعامل القدرة الابتدائي اقل بقليل من الواحد .

كذلك للمنظومة 89:

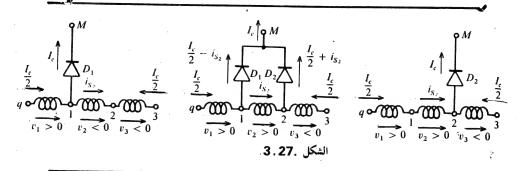
 $f_P = 0.975, \, f_L = 0.99$ اذ اكان الابتدائي على شكل مثلث -

عندما يصبح الثنائي D_2 موصلا لان الجهد v_2 سالب يصبح موجب ، فان الثنائي

لايستطيع ان ينطفيء انيا ، بالحقيقة ذلك يطابق الانتقال المفاجيء للطور D_1 مسار الى مسار اخر ، اذن الانعكاس الأني للتيار i_{S_2} .

أ) عدد الاطوار زوجي

يبين الشكل 3.27 الخطوات الثلاث للتبديل للملف 2 في حالة كون العـــدد 9 زوجياً والتيار في كل مسار يساوي بذلك 1 ·



 D_2 و D_1 خلال التقطيع المتزامن للثنائيين

يكون الملف 2 ، المستقر عليه الجهد 2 مقصورا .

. v_2 في هذا الطور تحت تأثير الجهد . v_2

ينطفيء الثنائي D_1 عندما ينتقل التيار $I_{\rm s}$ من $I_{\rm c}/2$ اذن ينتقل التيار في الثنائي D_2 من الصفر الى D_2 من الصفر الى D_2

. الانعكاس لتيار الطور في الدائرة القصيرة ، تحت تأثير الجهد في الاخير ، يحتاج الى زمن للتداخل يطابق لزاوية × ، وذلك في

$$1 - \cos \alpha = \frac{N_2 \, \omega I_c}{V_m}$$

. خلال هذه الفترة ، يكون مجموع الجهود الموجبة مبتورا منه الجهد في الطور الذي هو في حالة التبديل ، ومنه نقصان الجهد المقوم المتوسط

$$\Delta_1 \mathbf{V}_c = \frac{q}{2 \pi} N_2 \, \mathbf{\omega} \mathbf{I}_c$$

• تغيرات الثنائيات الموصلة للسلسلة الثانية تتم في الوقت نفسه كتلك للسلسلة الاولى . ينطبق قصر الملف 2 عندما يصبح الجهد v_2 موجبا مع ذلك للملف 2 عندما يصبح الجهد $v_{\frac{q}{2}+2}$ سالبا .

يوجد دوما عدد الاطوار نفسه لكل مسار والجهد الكلي المصادف هو نفسه بالانتقال من N الى M من خلال المسارين . لايوجد تيار دوار M من خلال المفات غير المقصورة دوما مساويا M . ± 1

$$1 - \cos \alpha = \frac{N_2 \, \omega I_c}{V_m} \left(1 - \frac{1}{q} \right) \quad .$$

ب) عدد الاطوار فردى

• لاتتم التبديلات حول الطرف M وحول الطرف N في الوقت نفسه . ومنه عـــدم المساواة للجهود للحسوبة بمحاذاة المسارين التي تمرر التيار

من
$$\left| \frac{I_c}{2} \right| \frac{q-1}{q}$$
 الى $\left| \frac{I_c}{2} \right| \frac{q+1}{q}$ في احدهما من $\left| \frac{I_c}{2} \right| \frac{q+1}{q}$ الى $\left| \frac{I_c}{2} \right| \frac{q-1}{q}$ في الاخو

خلال كل تغير من التغيرات التي عددها 2q للثنائي للثنائي الوصل يسبب النقصان للزاوية α نقصان للهبوط الحثي بالجهد .

$$\Delta_1 U_c = \frac{q}{2 \pi} N_2 \omega I_c \left(1 - \frac{1}{q} \right)$$

لقيمة معينة للجهد $N_2 \, \omega I_c$ يزداد عدد الاطوار لكن الجهد معينة للجهد Q_c يتناسب مع العدد Q_c والهبوط الحثي النسبي لايزداد السيئة الثانية التي يقدمها التبديل التوازي البسيط او الزوجي عندما يزداد العدد Q_c تختفي بالتبديل التوالي .

3. IV . هبوط الجهد بسبب المقاومات

نحسب $\Delta_2 U_c$ دوما من خلال

$$\Delta_2 U_c = R_c I_c \quad ,$$

مي

 $R_c I_c^2 = q r_2 I_S^2 + q_1 r_1 I_P^2 + q_1 r_1' J_P^2 .$

كذلك للمنظومة S3 . لان

$$I_S = I_c \frac{\sqrt{2}}{3}, \qquad I_P = \frac{n_2}{n_1} I_S, \qquad (J_P = \sqrt{3} I_P),$$

اذا كان الابتدائي على شكل نجمة

$$\Delta_2 U_c = \frac{2}{3} \left[r_2 + (r_1 + r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c,$$

- اذا كان الابتدائي على شكل مثلث

$$\Delta_2 U_c = \frac{2}{3} \left[r_2 + (r_1 + 3 r_1') \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c.$$

3. 3. IV هبوط الجهد بسبب الثنائيات

اذا اهملنا التداخل ، ففي كل لحظة يوجد ثنائي واحد من كل سلسلة في حالة توصيل الاول يؤمن خروج التيار I_c من المضلع بأتجاة الطرف M والاخريؤمن العودة للتيار I_c بدءاً من الطرف N .

$$\Delta_3 U_c = 2(u)_{I_c}$$

4. IV. تشغيل في حالة الدائرة القصيرة

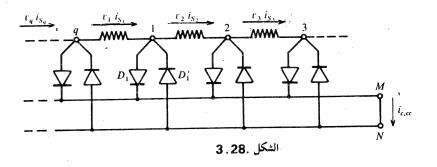
1. 4. IV تيار الدائرة القصيرة : -

عندما یکون الطرفان M و N متصلین فان کل طور یکون بحالة قصر M تهایتیة مربوطتین بالمجموعة M-M من خلال ثنائیین مربوطین رأساً لقدم (الشکل M-M) کما فی حالة التشغیل بتبدیل توازی مزدوج

$$N_2 \frac{\mathrm{d}i_{S_1}}{\mathrm{d}t} = V_m \sin \omega t$$
 $i_{S_1} = -\frac{V_m}{N_2 \omega} \cos \omega t$

 $I_{S} = \frac{V}{N_{2} \omega}.$

و



لكن التيار المار من خلال زوج الثنائيات المربوط بالطرف الثانوي نفسة ليس تيار الطور لكن التيار المار من خلال زوج الثنائيات المربوط بالطرف الثنائيات $D_1,\ D_1'$ يعبر لكنه الفرق بين تيارات الطورين المتعاقبين . كذلك لزوج الثنائيات $i_{S_1} - i_{S_2} = \frac{V_m}{N_2 \ \omega} \left[-\cos \omega t + \cos \left(\omega t - \frac{2 \ \pi}{q} \right) \right] = 2 \sin \frac{\pi}{q} \frac{V_m}{N_2 \ \omega} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{q} \right),$

يسمح الثنائي D_1 بمرور نصف الموجة المؤجب لهذا الفرق ويسمح الثنائي D_1 بمرور النصف السالب للموجة . منه التيار المتوسط للمقومات .

$$i_{\text{av.sc}} = \frac{2}{\pi} \sin \frac{\pi}{q} \frac{V_m}{N_2 \omega}$$

والتيار المتوسط للدائرة القصيرة $\frac{1}{2}$ الذي يساوي مجموع التيارات المتوسطة الاتية الى الطرف M من خلال الثنائيات للسلسلة الاولى هو

$$I_{c,S^c} = qi_{\mathbf{av}^{,cc}} = \frac{2 q}{\pi} \sin \frac{\pi}{q} \frac{V_m}{N_2 \omega}$$

2.4.IV نسبة الدائرة القصيرة: -

اذا كان الاطوار p فردياً ، بداية المميزة $U_c = f(I_c)$ لها المعادلة. $U_c = U_{co} - \Lambda_1 U_c = \frac{q}{\pi} V_m - \frac{q}{2\pi} N_2 \omega I_c :$ فهي تقطع الاحداثي بجهد صفر في نقطة الاحداثي السيني .

ي سي تا ده ي بهه مبري تحد الاحدالي السبي .

$$I_{S^{c, \text{th}}} = \frac{2 V_m}{N_2 \, \infty}.$$

$$K_{sc} = \frac{I_{c,sc}}{I_{sc,th}}$$

$$K_{sc} = \frac{I_{c,cc}}{I_{cc,th}} = \frac{\frac{2 q}{\pi} \sin \frac{\pi}{q} \frac{V_m}{N_2 \omega}}{\frac{2 V_m}{N_2 \omega}}$$

$$K_{sc} = \frac{q}{\pi} \sin \frac{\pi}{q}$$

– اذاكان عدَّد الاطوار q فردياً . يكون الهبوط الحثي قليلاً

$$\Delta_1 U_c = \frac{q}{2 \pi} N_2 \omega I_c \left(\frac{q-1}{q}\right)$$
. اذن $I_{\text{sc,th}} = \frac{2 V_m}{N_2 \omega} \frac{q}{q-1}$

تبين القيم لنسبة الدائرة القصيرة $K_{\rm S}$. المحسوبة بمساعدة هذه العلاقات لقيم مختلفة لعدد الاطوار q

من جديد فائدة التبديل التوالي للمنظومات بعدد اطوار مرتفع

٧. تجمعات منظومات التقويم

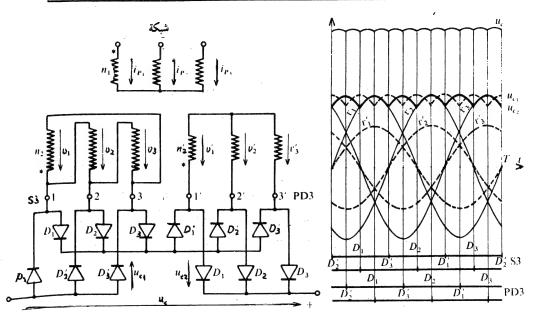
نستطيع تجميع المنظومات على التوالي اوعلى التوازي لغرض اضافة « جمع » جهودها او تياراتها . تغذى المنظومات المجمعة اعتيادياً من خلال المصدر المتناوب نفسه ، كذلك تكون الابتدائيات لمحمولاتها مشتركة احياناً .

1.۷. تجمعات على التوالي

لايظهر وضع منظومتين مقومتين على التوالي اي مشكلات حاصة . يكفي بان تكون المنظومتان قادرتين على تقطيع التيار المقوم نفسه .

نضع على التوالي اعتيادياً منظومات تجهز امواج جهد مقوم مزاحه عن بعض لكي يكون الجهد المقوم الكلي اقل تموجاً من الجهود الجزئية

مثال : وضع على التوالي منظومة PD3 ومنظومة S3 مغذاة من المحولة نفسها (الشكل 3.9)



الشكل .29 3

 n_2 تحمل المحولة ثلاثية الطورعلى كل محور ملفاً ابتدائياً واحداً وثانويين، الاول من n_2 لفة والاخر من n_2 لفة n_3 مقترنة بشكل مثلث وتلك من n_4 لفة مقترنة بشكل نجمة .

لكي يكون للجهدين المقومين الجزئيين القيمة المتوسطة نفسها . يجب ان يكون :

$$\frac{3}{\pi} V_{m} = \frac{6}{\pi} V'_{m} \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_{m} = \sqrt{3} V'_{m} \qquad 9 \qquad n_{2} = \sqrt{3} n'_{2}.$$

نحصل كذلك على موجتين للجهد المقوم من الدرجة 6 ، متشابهتين وبازاحه تقريباً 12 . تقريباً 7/12 .

((ملاحظــة))

عندما يغذي الابتدائي نفسه عدة ثانويات تمتص أمبير – لفة بأشكال أمواج مختلفة ، فالتيار الابتدائي يقترب من الموجة الجيبية ومعامل القدرة الابتدائي يكون مقارباً جداً للواحد .

PD3 و S3 و منظومات (منظومات 3 و $f_s = f_s' = 0.955$ و PD3 و $f_s = f_s' = 0.955$ و $f_p = 0.99$ و $f_p = 0.99$ و التمرين 5 . الفصل 2) .

. 2. V تجمعات على التوازي

لكي نستطيع تجميع منظومتين مقومتين على التوازي . يجب ان نعطي المنظومتين الجهد المقوم نفسه . في حالة اللاحمل . ولكي تقسم المنظومتان التيار الكلي بصورة ملائمة يجب ان يكون لهما الهبوط بالجهد نفسه في حالة التحميل التام .

نستفید غالبا من الوضع على التوازي لتحسین الجهد المقوم بتجمیع منظومتین تعطیان موجات جهد متماثلة لكنمزاحة . تأخذ المتوسط بمساعدة ملف بمحور من حدید و بنقطة وسطیة یسمی « ملف بین الاطوار Inter Phases Winding)

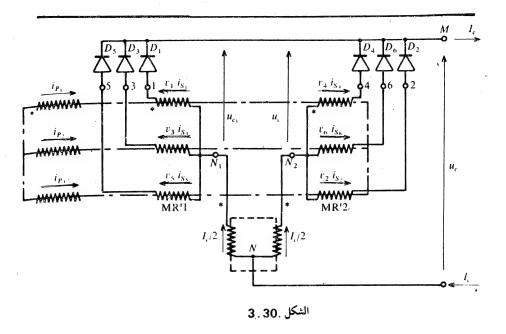
(Double Star System فروجة النجمية $^{\circ}$ منظومية $^{\circ}$ منظومية مردوجة النجمية $^{\circ}$

عندما لانستطيع استعمال المنظومة PD3 أو المنظومة S3 بسبب القيمة النسبية الكبيرة للهبوط بالجهد في الثنائيين على التوالي - نضع على التوازي منظومتين P3 بموجات مزاحة (الشكل 3.30) .

تكون الأطوار الست الثانوية لمحولة ثلاثية - سداسية الطور مجمعة على شكـــل نجمتين ثلاثيتي الطور (منه التسمية للمنظومة « مزدوجة النجمة ») . تكون نقطتي الحياد مرتبطتين من خلال ملف بين الاطوار .

أ) تشغيل اعتيادي في حالة التحميل

 $I_c/2$ کل واحدة من منظومات التقویم (م . ت ۱) و (م . ت 2) تقطع نصف کل واحدة من منظومات التقویم (م . ت ا



الجهود المقومة u_{c_1} و u_{c_2} الناتجة من مجموعتين لثلاثة اطوار ثانوية ومن ثلاث مقومات ، تكون من الدرجة 3 لكنها مزاحات عن بعض بمقدار $2\pi/6$ (الشكل 3.31 أ) بكون الجهد على اطراف الملف بالنقطة الوسطية

$$v_{N_2} - v_{N_1} = u_{c_1} - u_{c_2},$$

متناوب وتردده يكون مساويا ثلاثة اضعاف ذلك لجهود الشبكة . يلعب هذا الملف دور مقسم الجهد

$$v_{N_2} - v_N = v_N - v_{N_1} = \frac{1}{2}(v_{N_2} - v_{N_1}) = \frac{1}{2}(u_{c_1} - u_{c_2});$$

ومنه تعبير الجهد المقوم

$$u_{c} = u_{c_{1}} + (v_{N_{1}} - v_{N}) = u_{c_{1}} - \frac{1}{2}(u_{c_{1}} - u_{c_{2}}) = \frac{u_{c_{1}} + u_{c_{2}}}{2}$$

$$u_{c} = u_{c_{2}} + (v_{N_{2}} - v_{N}) = u_{c_{2}} + \frac{1}{2}(u_{c_{1}} - u_{c_{2}}) = \frac{u_{c_{1}} + u_{c_{2}}}{2}.$$

الجهد المقوم ، u_c متوسط للجهد u_{c_1} وللجهد u_{c_2} هو جهد من الدرجة 6 . قيمته المتوسطة تكون كتلك للجهد u_{c_1} أو كتلك للجهد . مساوية :

$$\frac{3}{\pi} V_m \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.827 V_m.$$

تياركل ملف ثانوي له قيمة $\sqrt{3}/(I_c/2)$. ومنه معامل القدرة الثانوي

$$f_{s} = \frac{U_{co} I_{c}}{6 V I_{s}} = \frac{\frac{3}{\pi} V_{m} \frac{\sqrt{3}}{2} I_{c}}{6 \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{I_{c}}{2}} = \frac{3}{\pi \sqrt{2}} = 0.675.$$

كما في منظومة P3 .

لكن الأمبير _ لفة الثانوية لكل محور تكون متناوبة والتشبع لمنظومة P3 مفردة يتلاشى والتعويض (compensation) للامبير _ لفة لكل محور الممكن تطبيقه أياً كان نوع الاقتران للملفات الابتدائية يعطى

$$I_P = \frac{n_2}{n_1} \frac{I_e}{2} \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$f_{P} = \frac{\frac{3}{\pi} V_{m} \frac{\sqrt{3}}{2} I_{e}}{3 \frac{n_{1}}{n_{2}} \frac{V_{m}}{\sqrt{2}} \frac{n_{2}}{n_{1}} \frac{I_{e}}{2} \sqrt{\frac{2}{3}}} = \frac{3}{\pi} = 0.955 ,$$

اذن معامل القدرة الابتدائي يكون ممتازا .

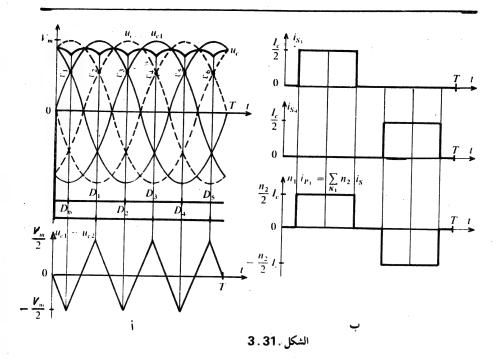
هبوط الجهد المقوم المتوسط يكون ذلك لكل من المنظومات الموضوعة على التوازي .

وبصورة خاصة ، للهبوط الحثي قيمة

$$\Delta_1 U_{\mathbf{c}} = \frac{3}{2 \pi} N_2 \frac{I_{\mathbf{c}}}{2}.$$

ب) شدة حرجه Critical Intensity

لا يستطيع ملف بين الأطوار اداء دورة لتقسيم الجهد الا اذا مربه تيار متناوب $u_{c_1}-u_{c_2}$ هذا التيار ، الذي يسببه الفرق $u_{c_1}-u_{c_2}$ وينغلق على نفسه تبعا للمسار $N_2MN_1NN_2$

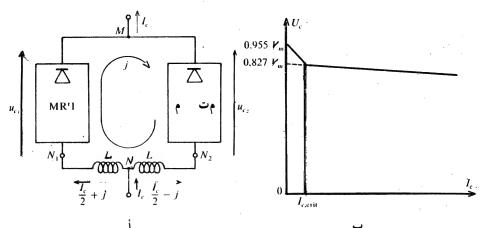


يضاف الى $I_c/2$ في المنظومة المقومة الأساسية ويقتطع في الأخرى (الشكل 3.32.1)

قيمة التيار المتناوب ز قليلة مقابل القيم الأعتيادية للتيار 1,12 . وهذا يوضح عدم اخذه بالنظر المعلوم في حالة دراسة التيارات . لكن ز يمرفي الاتجاه غير المباشر لاحدى المنظومات الموضوعة على التوازي لا يتم هذا المرور الا اذا ركب ز على تيار 2,1 ذي قيمة أكبر مارفي الاتجاه المباشر . اذن يكون التيار الحقيقي ز - 1,12

أقل من قيمة معينة للتيار I_c (المسماة بالشدة الحرجة I_{corit} . لا يستطيع التيار I الدوران بصورة حرة خلال الدورة ولا تؤمن المحاثة I 2 للمقسم بصورة مستمرة المتوسط للجهود u_{c_2} و u_{c_3}

على الحد اذا كان I_s صفرا ، فالتيار I_s يكون كذلك صفرا دوما . وكذلك الجهد N_2 N ، N_1 يكون كذلك على أطراف الملف . هذا كما لو كانت N_2 N ، N_1 متصلة بصورة مباشرة والمنظومة تتصرف كمنظومة بتبديل توازي لست أطوار . بصورة خاصة يكون الجهد المقوم في اللاحمل



الشكل . Fig. 3.32

$$U_{c_0} = \frac{6}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{6} = 0.955 V_m$$
.

ومنه هيأة مميزة الجهد لمنظومة « نجمة مزدوجة » (الشكل 3.32 ب) . تبدأ من V_m ومنه هيأة مميزة الا لتيار I_c أكبر من I_c المتوقعة بأهمال هذه الظاهرة الا لتيار I_c أكبر من I_c

ملاحظــة:

لتقليل $I_{\rm cerit}$ يجب تقليل سعة التيار i اذن زيادة ممانعة الدائرة التي يسري بها هذا التيار الدوار وخاصة زيادة ممانعة ملف بين الأطوار

٧ . 2 . 2 . تجمعات أخرى على التوازي

من أجل الحصول على جهد مقوم من الدرجة 12 اعتماداً على شبكة ثلاثية الطور، وفي حالة عدم امكانية السماح بهبوط جهد في ثنائيين على التوالي ، اذن يعني اللجوء الى التبديل التوازي ، تصنع على التوازي أربع منظومات P3

يجب استعمال محولتين ، تعطي الأولى بفضل ملفاتها الثانوية المربوطة بشكل نجمة مردوجة جهداً من الدرجة 6 وتعمل الثانية بالطريقة نفسها وتعطي كذلك موجة سداسية الطور ، ولكن مزاحة بمقدار 7/12 عن الأولى . من أجل ذلك ، يكفي ان تكون الملفات الابتدائية لاحدى المحولتين مقترنة بشكل نجمة وتلك للاخرى بشكل مثلث .

كثلاثي الطور، بالحقيقة الجهود المركبة تكون مزاحة بمقد ار 300نسبة للجهود البسيطة . يبقى فقط اخذ المتوسط للجهدين المقومين ومن الدرجة 6 بمساعدة ملف ثالث مقسم (ملف بين الأطوار) .

نستطيع بسهولة الحصول على جهد من الدرجة 12 اذا كان الهبوط بالجهد في الثنائيين على التوالي غيركبير. عندئذ نضع على التوازي منظومة PD3 ومنظومة S3

محولة واحدة فقط تكون كافية . تحتوي هذه المحولة على ثانويين ثلاثي الطور . الأول يكون مقترناً بشكل نجمة ومع ثنائياته الست يشكل $\sqrt{3}$ والثاني مقترناً بشكل مثلث ويحوي على $\sqrt{3}$ مرة أكثر من عدد اللفات ويشكل وبفضل ثنائياته الست المشابه لثنائيات الأول منظومة $\sqrt{3}$

نأخذ المتوسط لموجتي الجهدين المقومين المزاحين عن بعض بمقدار T/12 بواسطة ملف بين الأطوار .

VI. مقارنة المنظومات. احتيار المنظومات. مثال للتحليل

1.۷۱. توافقات التيارات الابتدائية .

لحد الان لم نتطرق الى مشكلة التوافقات لتيارات منظومة أو مجموعة منظومات المأخوذة من المصدر المغذي لهما . هذه المسألة مهمة جداً في حالة التغذية من شبكة وذلك بسبب التشويش perturbation المحمول في هذه التيارات من توافقاتها . تلعب هذه المسألة غالباً دورا حاسما في الاختيار لمنظومة أو لمجموعة لتبنيها في استعمال معين .

ولكن توجد قوانين عامة قابلة للتطبيق على جميع المنظومات المغذاة من شبكة أحادية أوثلاثية الطور. سوف نشيراليها باستخدام الفرضيات التي تم تبنيها في الدراسة

1.1.Vl. تغذية من شبكة احادية الطور

يتكون التيار المسحوب من شبكة بواة منظومة P2 أومنظومة PD2 من موجات مستطيلة (rectangular waves) (أنظر الجزء 3.11 ب والشكل 3.17) في الحالتين

$$0 < t < T/2$$
, $i_P = \frac{n_2}{n_1} I_{\iota}$,

$$T/2 < t < T$$
., size $I_P = -\frac{n_2}{n_1} I_c$

يشتمل التيار الابتدائي i_p علاوة على الاصلي (fundamental) بقيمة فعليه I_1 على التوافق من مئة (I_2 على التوافق من مئة (I_3 من خلال I_4 من خلال

مع
$$h$$
 فردي $\frac{I_h}{I_1} = \frac{1}{h}$

وهو الذي يحمل القدرة $V_P I_1 = U_{c_0} I_c$. $V_P I_1 = U_{c_0} I_c$. $V_P I_1 = U_{c_0} I_c$. $V_P I_1 = U_{c_0} I_c$. It is a shall be shall shall

2.1. ٧١. تغذية من شبكة ثلاثية الطور

في نهاية الفصل 4 وبمساعدة خاصية التيارات في المنظومات المقومة بالنايرسترات سنبين بانه اذا غذيت منظومة اومجموعة منظومات من شبكة ثلاثية الطورفان هذه المنظومة او المجموعة تمتص تيارات متوازنة ، لاتعتمد فئة والقيمة النسبية لتوافقات هذه التيارات الاعلى درجة الجهد المقوم .

اذا كانت الدرجة n للجهد المقوم من مضاعفات n فالتيارات المأخوذة من الشبكة n الاتحتوي ، بالاضافة الى الاصلي ، الاعلى التوافقات من فئة n بحيث n الاعلى التوافقات من فئة n بحيث n كون n كاملاً (رقم غير كسري) موجباً

ح تكون القيمة للتوافقات عند أله متناسبة عكسياً مع فئتها h اذاكان I_1 يمثل قيمة الاصلى فان I_h يمثل قيمة التوافق h

$$\frac{I_h}{I_1} = \frac{1}{h} = \frac{1}{kn \pm 1}$$

يكون الاصلي لكل تيار خط متفق بالطور مع الجهد البسيط المطابق له لمعامل قدرة الخط f_L قمة

$$f_L = \frac{U_{c_0} I_c}{3 V_P I_L} = \frac{3 V_P I_1}{3 V_P I_L} = \frac{I_1}{I_L},$$

ان L تمثل القيمة الفعلية لتيارات الخطوط

$$f_{L} = \frac{I_{1}}{\sqrt{I_{1}^{2} + \sum I_{h}^{2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum_{l=1}^{\infty} \left[\left(\frac{1}{kn-1} \right)^{2} + \left(\frac{1}{kn+1} \right)^{2} \right]}}$$

$$f_L = \frac{1}{\frac{n}{\pi} \sin \frac{\pi}{n}} \quad .$$

هذا يوضح اننا وجدنا القيمة نفسها لمعامل القدرة f_L لجميع المنظومات التي تعطي الدرجة nee نفسها . كذلك للمنظومات PB ، PD3 ، PB والمنظومات بشكل نجمة مزدوجة وجميعها مطابقة لدرجة n مساوية الى 6 وجدنا بان $f_c = 0.955$

تكون نسبة التوافقات (Harmonics ratio) لتيارات الخطوط ، المساوية الى \int_P مرتبطة مع \int_P من خلال

$$\tau = \sqrt{1 - f_P^2/f_P}.$$

تكون جودة التيارات المسحوبة من شبكة ثلاثية الطور (f_P كبير، au قليلة) افضل لاسيما وان درجة الجهد المقوم تكون اكبر.

2. VI. مقارنة للمنظومات المقومة

تسمح ثلاثة معايير اساسية بالحكم على منظومة :

ا الدرجة n للجهد المقوم

الترشيح التا الترقيم الترقيم الترب الجهد u_c من الجهد الثابت المرغوب به والترشيح للجهد اوالتنعيم للتياريصبحان غيرمفيدين اويكون تركيب كل منهما بسيطاً التربي الت

بالاضافة لذلك رأينا ، للمنظومات المغذاة بشبكة ثلاثية الطور ، الزيادة للدرجة n تزيد قيمة التوافقات الاولية للتيارات المسحوبة من الشبكة وتقلل بذلك التشويش المحمول في هذه التيارات

$f_{\rm S}$ معامل القدرة الثانوي -2

لقدرة فعلية مقطعة معينة ، كلما اقترب f_s من الواحد قلت القدرة الظاهرية لملفات الجهود المقومة إوفي هذه الحالة الوزن والتكلفة لهذه الملفات والمفاقيد بالقدرة جول التي تنتجها تكون متناسبة مع القدرة الظاهرية .

(Short Circiut ratio Ksc) Ksc مسبة الدائرة القصيرة 3

تبين هذه النسبة شكل مميزة العجهد الكلي . بهبوط جهد معين في حالة التشغيل الاعتيادي . كلما كانت K_{sc} قليلة في حالة الدائرة القصيرة كانت التيارات محددة وسهلت حماية الثنائيات .

- تسمح العلاقات العامة المثبتة للانواع الثلاث للمنظومات بتحديد الجال لاستخداماتها .
- تقدم المنظومات P فائدة واحدة اكثر من المنظومات PD او S ، حيث يقسمون الهبوط بالمجهد بسبب الثنائيات الى اثنين وكذلك المفاقيد المطابقة ، ولكن اداؤها يكون دون الوسط عندما يكون العدد P قليلاً وهذا الاداء يسوء عندما يزداد P . اذن نستعمل هذه المنظومات باقل مايمكن ، على اي حال ليس مع قيم مرتفعة لعدد الاطوار P .
- المنظومات PD ، لايمكن استخدام هذه المنظومات مع عدد زوجي للاطوار الا في حالة التغذية من شبكة احادية الطور. تعطي هذه المنظومات جهد مقوم من نفس الدرجة كالمنظومة المستخدمة لعدد اقل بنصف من عدد الاطوار ولعدد اقل بنصف من المقومات ولها اداء اكثر سوءاً . المنظومات بعدد اطوار q فردي هن المفضلات وبهن فقط ننظر في الاستعمال .

تكون المنظومات PD اكثر فائدة من المنظومات P لان ، لعدد اطوار p

معين ، يكون $f_{\rm sc}$ اكبر بمقدار $\sqrt{2}$ مرة وتكون $K_{\rm sc}$ اصغر بمقدار π مرة . لكن عندما يزداد g يسوء الاداء تبعاً للقوانين نفسها . لاتستعمل المنظومات ${\rm PD}$ الا مع قيم قليلة لعدد g .

المنظومات S هي كذلك عديمة الفائدة الا اذا كان العدد q فردياً لان هذا هو الشرط لكي تكون الدرجة n مساوية لعدد الثنائيات المستعملة لكن على العكس من تلك للنوعين الاخرين ، للمنظومات بتبديل توالي اداء الذي يبقى ممتازاً عندما يزداد العدد P للاطوار .

بمساعدة هذه الملاحظات العامة في حالة التغذية من شبكة احادية الطور ثم من شبكة ثلاثية الطور ، تفحص المنظومات التي يمكن استعمالها . كاحادية الطور ، هناك منظومتان PD2 و PD2 .

كثلاثية الطور، اذاكان P آكبر من E ، نأخذه من مضاعفات E لكي يكون التنفيذ للمحولة سهلاً ولكي تكون التيارات الثلاثة المسحوبة من الشبكة متوازنة بالتبديل التوازي تستطيع النظر في استعمال E E E و عندما يكون E مساوياً E E مساوي E يكون تعطيان نتائج سيئة جداً بالتبديل التوازي المزدوج ، بعدد E مساوي E يكون الاستعمال مستبعداً وبعدد مساوي E يعطى اداءاً سيئاً ولم يبق الا المنظومة E والمنظومة E مساوي E مساو E ، نفحص المنظومة E والمنظومة E والمنظومة E

		منظومة	\mathcal{J}_{S}	K _{sc}
شبكة احادية mo الطور	$n = 2 (f_L = 0.90; \tau = 0.48)$	P2	0,636	1
		PD2	0,90	0,636
شبكة ثلاثية ⁶ الطور	$n = 3 (f_L = 0.827; \tau = 0.68)$	P3	0,675	1,73
	$n = 6 (f_L = 0.955; \tau = 0.32)$	P6	0,55	6
		PD3 او S3	0,955	0,555
		P3 اثنین	0,675	1.73
	$n = 12 (f_L = 0.989; \tau = 0.15)$	S3 او PD3	0,955	0,555
		P3 اربعة 🗠	0,675	1,73
	$n = 18 (f_L = 0.995; \tau = 0.10)$	S9	0,905	0,87

كثلاثية الطور ، اشرنا الى ثلاثة مجموعات مهمة . الأولى هي « النجمة المزدوجة » المكونة من منظومتين P3 موضوعتين على التوازي من خلال ملف بين الأطوار . الثانية مكونة من منظومة PD3 ومنظومة PD3 ومنظومة PD3 موضوعتين على التوازي او على التوالي . والثالثة مكونة من اربع منظومات PD3 بموجات جهد مزاحة كل اثنين منها مزاحة بزاوية PD3 .

مثل الاداء لهذه المنظومات تحت شكل جدول . لا تعتمد القيم لمعامل القدرة τ ونسبة التوافقات τ الاعلى درجة الجهد F_{Lo} لقيمة معينة للدرجة τ الاعلى درجة الجهد K_{sc} والنسبة T_{sc}

2.2. VI. تطبيق لاختيــــار المنظومــــات

نستطيع تمييز ثلاثة تجمعات للمنظومات تبعاً لطريقة تغذيتها:

منظومات تغذى من شبكة احادية الطور -1

تقدم المنظومة PD2 الفائدة من امكانية الغاء المحولة ، منه يأتي اختيارها لعدد كبير من التطبيقات ذات القدرات الواطئة . عندما تكون المحولة ضرورية ، معامل القدرة الثانوي لمنظومة PD2 يكون بوضوح اكبر من ذلك لمنظومة PD2 جاعلاً ايضاً الاختيار لمنظومة PD2 . لايشترط ان يكون V_i قليلاً ، لكي يكون هبوط الجهد فسي الثنائيين على التوالي مؤثراً بصورة كبيرة في كفاءة المنظومة P2 .

2- منظومات مغذات من شبكة ثلاثية الطور

قلما نستعمل P3 ولو كانت الدرجة n المساوية 3 كافية للحمل . تحتاج هذه المنظومات محولة ذات خصائص دون الوسط وخاصة انها ترسل الى الشبكة تيارات توافقية من الفئة القليلة (4:2...) وبسعات نسبية عالية (1/4:1/2...) حتى للقيم الواطئة للجهد U_c . للقيم الواطئة للجهد U_c .

- غالباً تكون n المساوية n كافية . نستعمل اعتيادياً المنظومات بشكل قنطرة . المنظومة n المنظومة n المنظومة n المنظومة n المنظومة n قليلاً نسبة لقدرة المحولة وهنا يجب اللجوء الى التبديل التوازي . تكون n المنظومة n سيئة جداً لذلك نستعمل عندئذ المنظومة n نجمة مزدوجة n .

الجهد ، سواء لتقليل تموج الجهد ، سواء لتقليل تموج الجهد المقوم ، او لتقليل التوافقات المرسلة للشبكة ، تنتقل الى n=12 . الاستعمال الاكثر بساطة هو التجميع لمنظومة PD3 ولمنظومة S3 مغذاة من المحولة نفسها . اذا كان U_c قليلاً يفرض بذلك التبديل التوازي ، نضع على التوازي 4 منظومات U_c ومحولة واحدة خاصة اومحولتين اعتياديتين تكونان عندئذ ضروريتين .

من اجل الحصول على جهد مقوم مباشرة وبتموج قليل جداً تستعمل المنظومة
 يكون تموج الجهد المقوم اقل من ذلك الحاصل مع معظم المولدات بمبدل.
 ويكون التيار المسحوب من الشبكة عملياً جيب الشكل.

الانتقال الى عدد 9 مساو 15 لتنفيذ منظومة 515 يكون عديم الفائدة . سيكون تموج الجهد ، الله عندئذ بسبب الشبكة ثلاثية الطور التي تكون بها الجهود الثلاثة نادراً جداً متساوية والازاحة بينها بزاوية 1200 .

36 تقويسم مباشسر لجهود مولد

عندما تربط المقومات مباشرة في الخروج لمولد ، فعدد الاطوار للاحير يمكن ان تختار مختلفة عن 3 ان زيادة الدرجة n تحسن الجهد المقوم وتقلل تموج العزم المقابل من المولد للماكنة التي تحركه .

بالتتابع فكلما ازدادت الدرجة n ، فالمنظومات الاكثر فائدة تكون الاتية :

S3 المنظومة PD3 المنظومة n = 6

او اذا كان U_c واطئاً ، منظومتان P3 مزاحتان عن بعضهما .

S5 عند n = 10 عند

S3 والمنظومة و PD3 والمنظومة و n = 12

S7 عند n = 14 المنظومة

S9 مند n = 18 مند

عند 22 n = 2، المنظومة S11 . . . الخ

3.VI. تحليل لمنظومة تقويم

1.3.۷۱ طريقة عامة

يسمح السياق المعتمد لدراسة المنظومات المقومة (جهود ، تيارات ، هبوط الجهد بالتشغيل الاعتيادي ، تشغيل بالدائرة القصيرة) بسهولة لحساب العناصر لمنظومة

ينجز مشروع منظومة مقومة مثلما ينجز لمحولة او لماكنة دوارة . نطلب اعتيادياً حساب العناصر لمنظومة ما ، بدءاً من شبكة متناوبة لجهد ولتردد معينين ، يجب ان تجهز تياراً مستمراً U_c مستمراً I_c

- 1- تختار المنظومة المطابقة للاداء المطلوب التي تقدم افضل الخصائص
- ΔU_c أخذ هبوط الجهد المحتمل في حالة التحميل ΔU_c ، ومنه الجهد المقوم في اللاحمل $U_{c_0} = U_c + \Delta U_c$ اللاحمل المحولة في حالة اللاحمل والجهد العكسي الأقصى للثنائيات .
- 3-نستنتج من قيمة التيار ، 1 ، قيم التيارات للثنائيات ، لملفات المحولة ، ولخطوط التغذية .
- 4- عندئذ نستطيع اختيار الثنائيات (تيار مباشر متوسط ، جهد عكس اقصى) وحساب المحولة لان توجد لدينا جهودها الابتدائية ، والثانوية وتياراتها الابتدائية والثانوية .
- 5_ نستنتج من هذا الحساب ، المقاومات المفاعلات . تستطيع عندئذ ان نرى اذا كان هبوط الجهد المتسبب منهما هو بقدر ذلك الذي تم توقعه في البداية اويجب اعادة الحسابات .
 - 6- نحدد الحماية حسب متطلبات الدائرة القصيرة .

2.3. VI. مثال بسيط

احسب العناصر (ثنائيات ومحوله مبرده طبيعيا بواسطة الدهن) لمنظومة تقويم صغيرة المحددة اوصافها ادناه

تغذية : ثلاثية الطور 380 فولت ، 50 دورة / ثانية (هيرتز)

خروَّج : 220 فولت ، 40 امبير

تموج قليل

اختيسار المنظومسة

نأخذ منظومة تعطى جهداً من الدرجة 6.

عند 220 فولت و40 امبير ، ، فقدان (هبوط) الجهد في الثنائيين المربوطين على التوالى ليس كبيراً جداً وليس هناك مايد عوللجوء الى منظومة زوجية النجمة

(Double Star). لنا الخيار بين المنظومتين PD3 وS3 باالاداء نفشه بقدرة واطئة جداً ، نصف قطر الملف سيكون صغيراً ، ولنا الفائدة من المحصول على عدد لفات ثانوية اكثر بمقدار $\sqrt{3}$ مرة بقطع اقل بمقدار $\sqrt{3}$ مرة ، اذن نتبنى المنظومة S3 . للسبب نفسه ، سنقرن الملفات الابتدائية بشكل مثلث .

دراسة الجهود

محولة لعشرة من الكيلوفولت اسبير kVA لها هبوط الومي نسبيا كبير ، تقريبا %4 يكون الهبوط الحثي قليلا لان المسافة الضرورية للعزل بين الابتدائي والثانوي صغيرة جداً. نتوقع %1.5 للهبوط الحثي ، يعتمد على المقاومات لتحديد تيار الدائرة القصيرة يكون هبوط الجهد بسبب الثنائيين على التوالي بحدود 2.5 فولت ومنه

$$U_{c_0} = 220 \times 1,055 + 2,5 = 234,6 \text{ V}$$

$$V_m = \frac{\pi}{3} 234,6 = 246 \text{ V}$$

$$V = 246/\sqrt{2} = 174 \text{ V}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{174}{380} = 0,457$$

$$v_{i \text{ max}} = V_m = 246 \text{ V}.$$

دراسة التيارات $I_c=40~{\rm A}$ تيار مقوم اسمي $I_c=40~{\rm A}$ تيار متوسط في الثنائيات $(40/3)=18.9~{\rm A}$ تيار فعلي ثانوي $(40\sqrt{2})/3=18.9~{\rm A}$ تيار فعلي ابتدائي $(40\sqrt{2})/3=8.65~{\rm A}$ تيار فعلي ابتدائي $(40\sqrt{2})/3=8.65~{\rm A}$

اختيار الثنائيات

سناخذ ٥ ثنائيات لتيار متوسط (average current) 100 أمبير ، وبجهد عكسي المنافذ ٥ ثنائيات لتيار متوسط (inverse voltage) 400 فولت . بسبب زيادة التحميل الاعتيادي وبسبب ثابت الزمن الحراري (Thermal time constant) للثنائيات ، يجب ان نزيد قليلا قيمة التيار المتوسط للثنائيات . ولاسباب الحماية نزيد الجهد العكسي بمقدار % 50 لتعريف الثنائيات .

حساب المحولة

أ) دائرة مغناطيسية (magnetic circiut)
 تكون القدرة الظاهرية للمحولة بقيمة

9.85 KVA $3 \times 380 \times 8,65$ $3 \times 174 \times 18,9$

نأخذ دائرة مغناطيسية ثلاثية الطور نوع 10ك. في . أ (الشكل 3.33) من الحديد او الفولاذ بجودة 1,3 وات .

محاور:

$$2$$
مقطع خشن (کلي) = $8 \times 3 + 5 \times 8 = 5$ سم 2 مقطع صافي $= 52,25 = 0.95 \times 55 = 52,25$ سم $= 52,25 = 0.95 \times 55 = 52,25 = 52,$

اغلفة (قلنسوه):

مقطع خشن = 8 × 8 = 60سم

مقطع خشن = 8 × 8 = 60سم

مقطع صافي = $60.8 = 0.95 \times 64$ سم 60.8 مقطع صافي = $36 = 2 \times 4 \times 0.608 \times 7.5$

نَاخَذَ كَتَافَةَ الفَيْضِ المَغناطيسي الأقصى (maximum flux density) في المحاور بقيمة

 $B_m = 1.1 \text{ T}$

اذن في الاغلفة (قلنسوه)

$$B'_m = 1.1 \times \frac{52.25}{60.8} = 0.95 \text{ T}.$$

ومنه المفاقيد في الحديد اخذين بالنظرة المعلومة زيادة 15% بسبب المفاقيد الاضافية

 $P_{iron} = 1.15 \times 1.3(20 \times 1.1^2 + 36 \times 0.95^2) = 85 \text{ W}.$

ب) ملفات (Winding)

عدد الملفات لكل طور

- في الابتدائي

$$n_1 = \frac{380\sqrt{2}}{1.1 \times 52.25 \times 10^{-4} \times 100 \,\pi} = 296 \,,$$

172

$$n_2 = 296 \times \frac{174}{380} = 135$$
.

يكون نصف قطر الدائرة المحيطة بالمحور بقيمة $\sqrt{4^2+2.5^2}+4.7$ سم لكن يجب اخذ بالنظرة المعلومة الانتفاخ . نضع على كل محور اسطوانة عازلة بقطر داخلي 9,8 سم وبسمك 1 ملم . تستخدم لحمل الملف ، اذن .

نصف القطر الداخلي للملف = 5 سم

للارتفاع . يجب توقع العازل بين نهايات الملفات والاغلفة .

ارتفاع الملفات = 16,5 سم

للسهولة ، نستعمل السلك نفسه في الابتدائي وفي الثانوي . نأخذ سلكاً مدوراً من النحاس بقطر 2 ملم . نضع في الثانوي سلكين على التوازي ومنه المقاطع

$$s_2 = 6.28 \; \mathrm{mm^2}$$
 ; $s_1 = \frac{\pi \times 2^2}{4} = 3.14 \; \mathrm{mm^2}$ (Current densitys) وكثافات التيار

$$\delta_2 = \frac{18.9}{6.28} = 3 \text{ A/mm}^2$$
., $\delta_1 = \frac{8.65}{3.14} = 2.75 \text{ A/mm}^2$

بما ان δ_2 اكبر من δ_1 نضع الثانوي في الخارج ليكون تبريده افضل السلك يعزل بواسطة طلاء المينا له قطر للحجم من δ_1 ملم . ابتدائي .

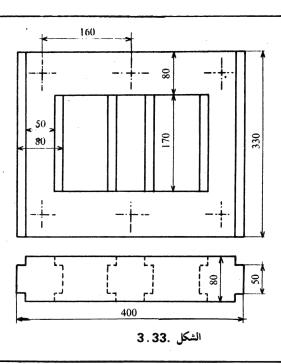
توزع اللفات 296 على 4 طبقات من 74 لفة . نضع بين الطبقات ورقة عازلة بسمك 0,1 ملم . للارتفاع يجب توقع %5 للحركة ، للثخن نقدر بأن التداخل للطبقات يعوض الحركة .

ارتفاع =
$$75 \times 0.21 \times 75 = 16,5$$
 سم سمك = $4 \times 0.21 \times 3 + 0.21 \times 4 = 0.87$ سم نصف القطر الخارجي = $5.87 = 0.87 + 5 = 0.87 \times 0.87 = 0.87 \times 0.87$ سم نصف القطر المتوسط = $5.435 = 0.87 \times 0.5 \times 0.5 \times 0.87$ سم مقاومة الطور في 750

$$r_1 = 1,6.10^{-6}(1 + 0,004 \times 75) \frac{296 \times 2 \pi \times 5,435}{3,14} = 0,668 \Omega$$
.

سافه ابتدائي – ثانوي :

بواسطة هذه المسافة نستطيع تنظيم $N_2 w$ اذن $\Delta_1 U_c$. نحافظ على مسافة من 0,8 من بواسطة مسطرة صغيرة من هذا السمك مثبتة على الابتدائي قبل، المباشرة بلف الثانوي

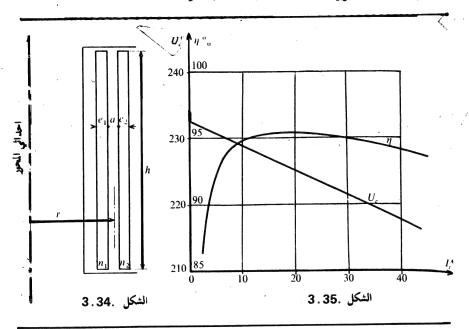


نلف السلسكين المتوازيين جنباً لجنب اللفات التي عددها 135 تكون ثلاث طبقات كاملة شاغلة لكل الارتفاع من 165 ملم وطبقة رابعة غير كاملة توزع بصورة منتظمة على الارتفاع . نضع ورقة بسمك 0,1 ملم بين الطبقات

سمك
$$= 0.87$$
 سم نصف القطر الخارجي $= 7.54 + 0.87 + 6.67 = 7.54$ سم نصف القطر المتوسط $= 7.1 = 0.435 + 6.67$ سم مقاومة كل طور في $^{\circ}$ 75

$$r_2 = 1.6 \cdot 10^{-6} (1 + 0.004 \times 75) \frac{135 \times 2 \pi \times 7.1}{6.28} = 0.199 \,\Omega$$
.

يبين الشكل 3.34 نصف مقطع للملفات لعمود واحد ويؤشر العناصر الداخلة في حساب المفاعلة التسربية (Leakage eactance) N2 00



هبوط الجهد . كفارة Voltage drop. Efficiency تعطى المفاعلة التسربية لكل طور . في حالة ملف متحد المركز بسيط من خلال

$$N_2 \omega = 8 \pi^2 n_2^2 \frac{r}{h} \left(a + \frac{e_1 + e_2}{3} \right) \omega.10^{-7}$$
.

هنا

$$N_2 \omega = 8 \pi^2 135^2 \frac{0.0627}{0.165} \left(0.008 + \frac{2 \times 0.0087}{3} \right) 100 \pi.10^{-7} = 0.236 \Omega,$$

$$\Delta_1 U_c = \frac{q}{2\pi} N_2 \omega I_c \left(1 - \frac{1}{q} \right) = \frac{3}{2\pi} 0,236 I_c \frac{2}{3} = 0,075 I_c.$$

يكون الهبوط الاومي مساوياً :

$$\Delta_2 U_c = \frac{2}{3} \left[r_2 + r_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] I_c$$

$$= \frac{2}{3} \left[0.199 + 0.668 \left(\frac{135}{296} \right)^2 \right] I_c = \frac{2}{3} .0.338 I_c = 0.225 I_c .$$

177

لتيار متوسط بقيمة 20 امبير . هبوط الجهد المباشر للثنائيات المستعملة يكون بقيمة ولت - تفرض الخطية (Linearity) لهبوط الجهد اعتباراً من البدء بقيمه 0.7 فولت

$$\Delta_3 U_c = 2 \left(0.7 + \frac{0.3}{20} I_c\right) = 1.4 + 0.03 I_c$$

$$(3.35 \text{ limber of the limbe$$

لتيار $I_c=40$ لتيار $I_c=40$ نحصل على $I_c=219.5$ V ليطلب اعادة الحسابات محصوصاً وان (أنظر الجزء 11 $I_c=40$ المطلب على التقدير قليلة التقدير قليلة من خلال المحطة ب) هبوطات الجهد تكون مبالغ التقدير قليلة بها تعطى الكفاءة من خلال $I_c=10$

$$\eta = \frac{U_c I_c}{U_c I_c + p_{fer} + R_c I^2 + \Delta_3 U_c \cdot I_c}$$

$$= \frac{(232.7 - 0.33 I_c) I_c}{(232.7 - 0.33 I_c) I_c + 85 + 0.225 I_c^2 + (1.4 + 0.03 I_c) I_c}$$

رمنه المميزة $\eta(I_c)$ للشكل 3.35.

تشغيل بالدائرة القصيرة

بسبب القيمة المرتفعة نسبياً للمقاومات ، تأخذ تأثيرها بالنظرة المعلومة وذلك بأستبدال $N_2 \omega$ في العلاقات في حالة الدائرة القصيرة من خلال Z_2

$$Z_2 = \sqrt{N^2 \omega^2 + R_2^2} = \sqrt{0.236^2 + 0.338^2} = 0.412 \Omega.$$

$$I_S = \frac{174}{0.412} = 423 \text{ A},$$

$$I_P = 423 \times \frac{135}{296} = 193 \text{ A},$$

$$I_{c,sc} = \frac{6}{\pi} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{246}{0.412} = 990 \text{ A},$$

$$i_{RV} = \frac{990}{3} = 330 \text{ A}.$$

تستطيع الثنائيات لتيار 20 امبير تحمل 330 امبير خلال الزمن الضـــروري لفتح القاطع بمرحل (Relay) مغناطيس – حراري مربوط بين الشبكــة والاطــراف الابتدائية

تمارين الفصل الثالث

تمرين 1 تطبيق لقواعد تشغيل المبدلات

قنطرة من ستة ثنائيات تقوم الجهود v_2 , v_1 و v_2 , المجهزة من الثانوي المقترن

بشكل نجمة لمحولة ثلاثية الطور (منظومة PD3) .

ماذا يصبح شكل موجة الجهد المقوم uc والقيمة المتوسطة له :

أ) اذا الغينا ثنائياً واحداً ،

ب) اذا الغينا ثنائيين متصلين بالطرف الثانوي نفسه .

ج) اذا الغينا ثنائيين واحداً من كل سلسلة ، ومتصلين باطراف مختلفة .

(سنفرض بان الحمل مقاومي ومحاثي)

اجوبة

i الغاء الثنائي D1 (أ

$$U_{c_0} = \frac{5}{2} \frac{\sqrt{3}}{\pi} V_m,$$

بدلاً من

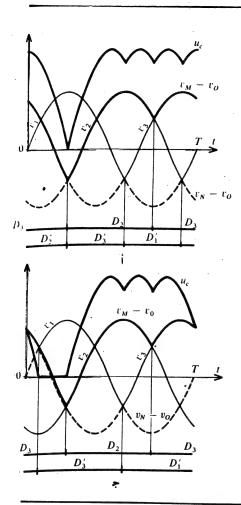
 $3\frac{\sqrt{3}}{\pi} V_m.$

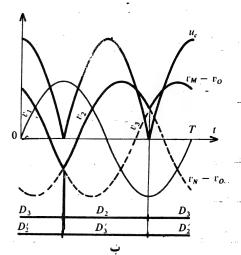
ب) الغاء الثنائيين D₁ و D

 $U_{c_0}=2\frac{\sqrt{3}}{\pi}V_m.$

: D'_{2} D_{1} D'_{1} D'_{2} D_{3}

$$U_{c_0}=2\,\frac{\sqrt{3}}{\pi}\,V_m\,.$$





الشكل .36.

تمرين 2 تاثيرمفاعلة حمل مقاومي ومحاثي في العلاقات بين التيارات تم انجاز دراسة التيارات في المنظومات المقومة غالباً على افتراض ان الحمل محاثي صرف في حالة حمل مقاومي ومحاثي ولغرض الحكم على تأثير القيمة النسبية للمحاثة ، نستطيع تقحص الحالة الاخرى المحددة ، تلك لحمل مقاومي صرف احسب القيم المتوسطة ، القصوى والفعلية لتيار الثنائيات والقيم الفعلية للتيارات الثانوية والابتدائية ومعاملات القدرة المطابقة بدلالة التيار المقوم المتوسط ، ا

- أ) لمنظومة PD2
- ب) لمنظومة P3

قارن مع نتائج الدراسة التقليدية

اجوبة

منظومة PD2

$$i_c = \frac{U_m}{R} |\sin \omega t| = \frac{\pi}{2} I_c |\sin \omega t|.$$

- ثنائيات:

$$i_{1} \frac{J}{\mathbf{a}\mathbf{v}} = \frac{I_{\mathbf{c}}}{2} \,,$$

(
$$I_c$$
 i I_c) $i_{max} = \frac{\pi}{2} I_c = 1,57 I_c$

$$(\frac{I_c}{\sqrt{2}})$$
 $I = \frac{\pi}{4}I_c = 1.11\frac{I_c}{\sqrt{2}}$

– ثانوي :

$$(-I_c - I_c)$$
 $I_S = \frac{\pi}{2\sqrt{2}}I_c = 1.11 I_c$

- ابتدائی:

$$(\frac{n_2}{n_1}I_c)$$
 بدلا من $I_P = \frac{n_2}{n_1}1.11I_c$ au lieu de (0.90) بدلا من $f_P = 1$ (au lieu de

منظممة P3

Pour T/12 < t < 5T/12,

$$i_c = \frac{v_1}{R} = \frac{V_m}{R} \sin \omega t = \frac{2 \pi}{3 \sqrt{3}} I_c \sin \omega t.$$

- ثنائیات:

$$_{av}=\frac{I_{c}}{3},$$

(I_c بدلا من $i_{\text{max}} = \frac{2 \pi}{3 \sqrt{3}} I_c = 1.21 I_c$ (au lieu de),

$$I = \frac{2 \pi}{9} I_c \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{8 \pi}} = 0.587 I_c$$
 (au lieu de

ثانوي :

(
$$0.575~I_c$$
 من $I_S=I=0.587-I_c$

(
$$0.675$$
 (1.686

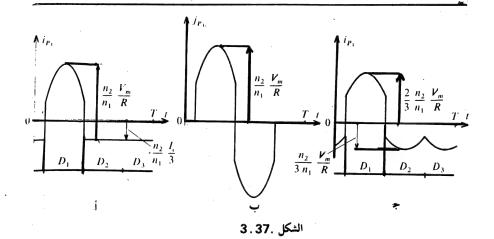
ابتدائي . اقتون بشكل مثلث (الشكل 3.37 أ وب)

(
$$0.47 \frac{n_2}{n_1} I_c$$
 بدلا من $I_P = \frac{n_2}{n_1} I_c$ $\sqrt{\frac{2\pi^2}{81} + \frac{\sqrt{3}\pi}{54} - \frac{1}{9}} = 0.485 \frac{n_2}{n_1} I_c$ (au lieu de)

(
$$0.82 \frac{n_2}{n_1} I_c$$
) $J_P = \frac{n_2}{n_1} I_c \frac{2 \pi \sqrt{2}}{9} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{8 \pi}} = 0.830 \frac{n_2}{n_1} I_c$
(0.827) $J_L = 0.841$ (au lieu de);

, (اقترن بشكل 3.37*c ج)* اقترن بشكل

(
$$0.47 \frac{n_2}{n_1} I_c$$
 يد لا من $I_P = \frac{n_2}{n_1} I_c \frac{2 \pi \sqrt{2}}{9 \sqrt{3}} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{8 \pi}} = 0.479 \frac{n_2}{n_1} I_c$ (au lieu de).



ملاحظة

لمنظومة تقويم بالثنائيات ، كلما ازدادت الدرجة " للجهد المقوم ، قل تداخل القيمة (النسبية للمحاثة على التوالي مع الحمل في العلاقات بين التيارات الآن للدرجة " مساوية 3 وبالاحرى لقيم " مساوية الى 18.12.6 تستطيع استعمال العلاقسات المستنجة عسلى افتسراض ان المفساعلية لامتناهية .

تمرين 3 تقطيع على قوة دافعة كهربائية عكسية . توصيل غير مستمر منظومة تقويم بالثنائيات تقوم جهود جيبية بسعة مساوية " النظام ثلاثي الطور متزن تقطع المنظومة على حمل بقوة دافعة كهربائية عكسية 1 وبمقاومة الجهد نهمل المقاومات الداخلية للمنظومة ولشبكة التغذية ونهمل كذلك هبوط الجهد المباشر للثنائيات

 $K = E/V_m$ احسب بدلالة النسبة

. القيمة المتوسطة U_{co} للجهد المقوم -

القيمة المتوسطة ، اللتيار المقوم .

- القيمة الفعلية Icen لهذا التيار.

اجوبة

_____ يجب تمييز التشغيل بتوصيل مستمر (الشكل 3.38 أً) عن ذلك بتوصيل غير مستمر (الشكل 3.38 ب)

(0 < K < 0.5) توصیل مستمر –

$$U_{c_0} = \frac{3}{\pi} \frac{\sqrt{3}}{2} V_m = 0.827 V_m,$$

$$I_c = \frac{V_m}{R} (0.827 - K).$$

$$I_{ceff} = \frac{V_m}{R} \sqrt{\frac{1}{2} + K^2 + \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \left(\frac{1}{8} - K\right)}.$$

(0.5 < K < 1) توصیل غیر مستمر

$$U_{co} = V_m \left(\frac{3}{\pi} \sin \beta + K - 3 K \frac{\beta}{\pi} \right),$$

$$I_c = \frac{V_m}{R} \left(\frac{3}{\pi} \sin \beta - 3 K \frac{\beta}{\pi} \right),$$

$$I_{ceff} = \frac{V_m}{R} \sqrt{\frac{3 \beta}{\pi} \left(\frac{1}{2} + K^2 \right) + \frac{3}{4 \pi} \sin 2 \beta - \frac{6 K}{\pi} \sin \beta},$$

 $\cos \beta = K$

ر ,

ملاحظات

عندماً تزداد النسبة ۱/ تقل التيارات ۱/ و I_{ceff} ولكن تموج التيار ، و كذلك معامل الشكل له ۱/ يزدادان . نا و كذلك معامل الشكل له ۱/ يزدادان . لتيار الثنائيات والملفات الثانوية

- قيمة متوسطة 3/1

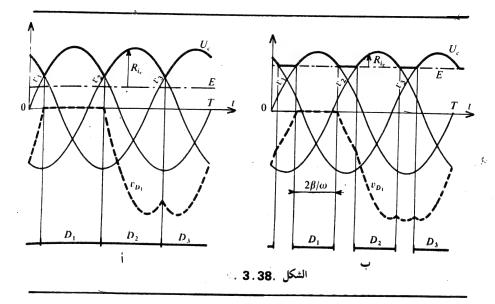
 $f_F I_c/\sqrt{3}$ او $I_{c\, ext{eff}}/\sqrt{3}$ قيمة فعلية

بالتتابع اذا ازدادت النسبة K ، ينقص التيار المقوم المتوسط الذي يمكن تقطيعه بواسطة المنظومة

عندُما يكون التوصيل غير مستمراً ، يتغير شكل موجة الجهد الطراف الثنائيات مع النسبة K .

K < 0.732 312 $v_{i \max} = \sqrt{3} V_{i \min}$

 $K = 1 \text{ siz } = 2 V_m$



تمرين 4 تجميع على التوازي لمنظومة 33 ولمنظومة 3*PD*

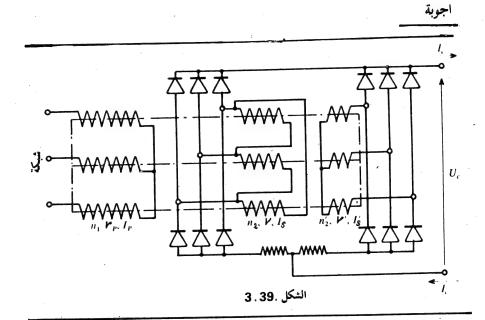
للحصول على جهد مقوم من الدرجة 12 نضع على التوازي وبفضل ملف بين الاطوار منظومة S3 ومنظومة PD3 .

نستعمل 12 ثنائي ومحولة ثلاثية الطور ذات ثانويين (ملفات الابتدائي من n_1 لفة مقترنة بشكل نجمة ، وملفات الثانوي من n_2 لفة بشكل مثلث وملفات الثانوي الاخر من n_2 لفة بشكل نجمة)

في هذا المشروع نهمل جميع هبوطات الجهد

تغذى المنظومة من شبكة بجهد 660 فولت وتقطع للجانب المستمر تيار بقيمة 60 امبير تحت جهد بقيمة 120 فولت .

- أ) ارسم المنظومة
- $n_2/n_1 = n_2/n_1$ (-
- ج) احسب التيار المتوسط والجهد الحكلي الاقصى للثنائيات
 - د) احسب التيارات الثانوية ومعاملات القدرة لها
 - ه) احسب التيارات الابتدائية ومعاملات القدرة لها
- و) احسب هبوط الجهد بين التشغيل في حالة اللاحمل والتشغيل بالشدة الحرجة



- أ) مخطط (الشكل 3,39)
- $\frac{n_2'}{n_1} = \frac{V'}{V_P} = \frac{51.3}{381} = 0.1345. \qquad \frac{n_2}{n_1} = \frac{V}{V_P} = \frac{88.8}{381} = 0.233$
 - ج) للثنائيات التي عددها 12 ثنائي
- $i_{av} = 10 \text{ A}, v_{i \text{ max}} = 125.5 \text{ V}.$ (2)
- $I_S = 14.1 \text{ A}$, $f_S = 0.955$. $I'_S = 24.5 \text{ A}$, $f'_S = 0.955$.
- $I_P = 6.35 \,\mathrm{A} \,, \qquad f_P = 0.99 \,.$
- و) بين التشغيل في حالة اللاحمل والتشغيل بالشدة الحرجة $I_{\rm c.cm}$. ينتقل من 120 فولت الى 120 فولت الى 120 فولت الى U_c

المنظؤمات المقؤمة بثايرسترات

Thyristors rectification systems



تستعمل منظومات التقويم بالثايرسترات المخططات نفسها الخاصة بمنظومات التقويم بالثنائيات ، زد على ذلك ان دراسة هذه المنظومات غالبا ما تستند على النتائج التي تم الحصول عليها مع الأخيرة .

باستبدال الثنائيات بمقومات ذات بوابة ، نستطيع تأخير ادخال المقومات في حالة التوصيل ، نقول أننا نشتغل بتبديل متأخر .

نستدل على التأخير من خلال الزاوية ψ : تكون الثايرسترات موصلة بتأخير زمني ψ/ω نسبةً الى اللحظة حيث يدخل بها الثنائي المطابق في حالة التوصيل .

كما في الفصل الماضي ، سننظر على التعاقب في :

- (Parallel Commutation Systems) المنظومات بتبديل توازي
- المنظومات بتبديل توازي مزدوج (Double-Parallel Commutation Sys)
- المنظومات بتديل توالي (Series Commutation Sys.)
 - للمنظومات بتبديل توازي مزدوج وبتبديل توالي . سننظر في الاحتمالين :
 - (Thysistors Systems) منظومات کلها ثایرسترات -
 - (Mixed Systems) منظومة مختلطة -

١٠ .منظومات بتبديل توازي

1.1. تشغيل . دراسة الجهود

ستفرض أيضاً بان الحمل يكون بحيث ان التيار المقوم ، لا يكون صفرا نهائيا خلال الدورة ، اذن يوجد دوما مقوم في حالة توصيل .

1.1.1 شكل الموجة واتجاه الجهد المقوم

كان الثنائي D_1 . المتصل بالطور ذات جهد $v_1 = V_m \sin \omega t$ عند

$$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} < \omega t < \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q}.$$

ويكون الثايرستر ، Th ، الذي استبدله ، موصلا عند

$$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} + \psi < \omega t < \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi \; .$$

كذلك يوصل الثايرستر Th₂ خلال

$$\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi < \omega t < \frac{\pi}{2} + \frac{3\pi}{q} + \psi$$
 الخ

 u_{ϵ} يبين الشكل 4.1 ، ولعدة قيم للزاوية ψ ، شكل موجة الجهد المقوم في الخروج لمنظومة P3 .

حالتان للتوضيح :

أ) $\psi < \pi/2$ (الشكل 4.1 أ وب) يتكون الجهد u_c من u_c جرء جيبي وليس من u_c قمة جيبية لكل دورة u_c للجهود المتناوبة . بالتنابع اذا زادت قيمة ψ قلت قيمة الجهد المقوم المتوسطة u_c .

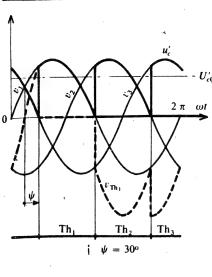
ما دامت قيمة ψ أقل من $\pi/2-\pi/q$ ، أي اذا كان $\psi+\pi/q+\pi/2$ أقل من $\pi/2-\pi/q$ ما دامت قيمة $\pi/2$. يكون الجهد $\pi/2$ دوماً موجباً .

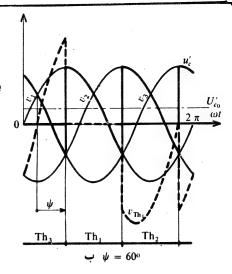
عند u'_c عند $\pi/2 - \pi/q < \psi < \pi/2$ عند $\pi/2 - \pi/q < \psi < \pi/2$ عند $\pi/2 - \pi/q < \psi < \pi/2$ عند الفصل 2 (الجزء 2.3. II ، بان عاثة الحمل بهذه الأنظمة تسمح لتيار $\pi/2$ منذ الفصل $\pi/2$ سالب .

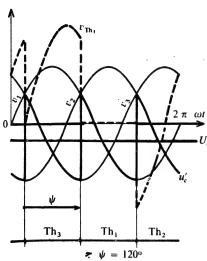
لكن في الحالة الأولى أو في الحالة الأخرى ، يكون الجهد $U_{c_0}^\prime$ موجبا ، تشتغل المنظومة بنسبة تحويل متناوب - مستمر متغيرة .

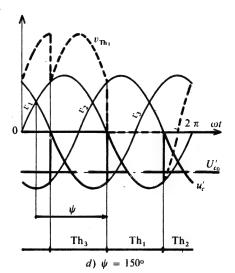
ب $\psi > \pi/2$: تشغیل کمغیر (الشکل ۱ 4 جود)

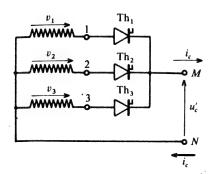
 U_{co}' عندما تكون قيمة ψ أكبر من $\pi/2$. ينعكس الجهد المقوم المتوسط يصبح الطرف N الموجب ويصبح الطرف Mالسالب . يزداد الجهد U_{co}' بالتتابع اذا اقتربت قيمة ψ من π .









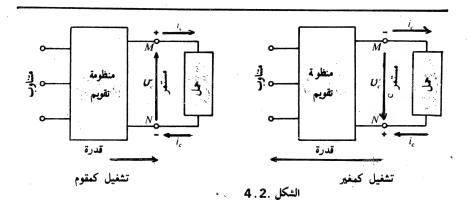


الشكل .4.1 . 4.1

يحافظ التيار i_c قسراً على الاتجاه نفسه ولا يستطيع الخروج الا من نقطة التقاء المهابط تكون القدرة المجهزة للجانب المستمر $(u'_c i_c)_{\rm may}$ معكوسة عندئذ تكون سالية .

اذن بين الطرفان M وN لا يوجد حمل بل مولد ، تنتقل الطاقة من الجانب المستمر الى المجانب المتناوب . تشتغل المنظومة كمقوم عكسي أوكمغير .

لغرض توضيح الفرق الأساسي الموجود بين مقوم بمعنى الكلمة ومغير . بينا في الشكل (4.2 الاتجاه الحقيقي للجهد المستمر والسريان للقدرة الفعلية .



ملاحظات

- أ) في التشغيل كمغير، تستلم الشبكة المتناوبة القدرة الفعلية ولكن تستمر الشبكة بتجهير القدرة المتفاعلة (reactive power). خاصة تستمر الشبكة بفرض شكل الموجة والتردد للجهود المتناوبة. نقول بذلك أن المنظومة تشتغل كمغير غير مستقل المغير الحقيقي أو المغير المستقل (أنظر الفصل 7)، يقطع على حمل متناوب، ولا يعتمد تردد الجهود المتناوبة وشكل الموجة لها الاعلى المنظومة وعلى الحمل .
- ب) في المنظومات المدروسة هنا ، الشبكة هي التي تؤمن التبديلات : الانطفاء لثايرستر موصل يؤمن ذاتياً من خلال القدح للمقوم التالي . ترى على الشكل 4.1 بان اياً كانت قيمة ψ ، يصبح $v_{\rm Th_1}$ سالباً عندما يصبح $v_{\rm Th_2}$ موصلاً .

على خلاف ذلك للمغيرات المستقلة التي تحتاج لعناصر مساعدة (equipements) لغرض اثارة الاخماد للمقومات عندما تريد اطفاءها.

يتكون الجهد المفوم u_c' . لكل دورة T ، من T جزء جيبي ، هكذا ، عند $u_c'=V_m\sin\omega t$. الجهد $(\pi/2)-(\pi/q)+\psi<\omega t<(\pi/2)+(\pi/q)+\psi$ ومنهه قيمته المتوسطة

$$U'_{CO} = \frac{q}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} + \psi}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi} V_{m} \sin \omega t \, d\omega t$$

$$= \frac{q}{2\pi} V_{m} \left[\cos \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{q} + \psi \right) - \cos \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi \right) \right]$$

$$= \frac{q}{\pi} V_{m} \sin \frac{\pi}{q} \cos \psi$$

$$U'_{CO} = U_{CO} \cos \psi$$

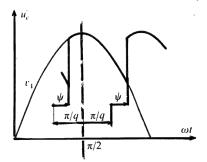


Fig. 4.3. الشكل

يكون الجهد المقوم المتوسط مساوياً للجهد الذي تم الحصول عليه بدون تأخير للقدح (منظومات مقومة بثنائيات) مضروباً بالجيب تمام لزاوية التأخير . بتغيير ψ من U_{co} من U_{co} الى U_{co} من U_{co} الى U_{co}

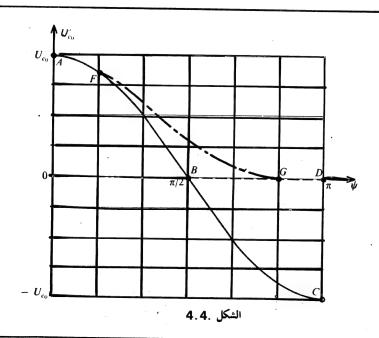
ملاحظات

أ) انعكاس الجهد U'_{co} (منحنى ABC للشكل 4.4) يفرض على ان الجهاز الموضوع في الجانب المستمريتغير من حل ليصبح مولداً

اذا لم يوجد بين الطرفين M و N الاحمل ، فالجهد U'_{c_0} لايستطيع ان يكون ان يكون الاموجباً او بقيمة صفر . اذا كان هذا الحمل محاثياً صرفاً ، فسيكون $\psi > \pi/2$ مساوياً لقيمة صفر عند $U_{c_0}\cos\psi$ مناوياً لقيمة صفر عند $U_{c_0}\cos\psi$ منحنى $U_{c_0}\cos\psi$)

ب) اذا كان الحمل مقاومياً صرفاً ، فإن عن مثل التيار ، لايستطيع الانعكاس (تغيير اتجاهه)

 $U'_{c_0}=f(\psi)$ في حالة حمل مقاومي ومحاثي ، يكون المنحنى $U'_{c_0}=f(\psi)$ محصوراً بين المنحنيين AFGD و



3. 1.1 تموج وتوافقات الجهد المقوم

كلما كان $|\psi| \cos |$ واطئاً كانت القيمة المتوسطة للجهد u' قليلة وكلما ارتفعت التغيرات حول هذه القيمة المتوسطة يعطى معامل التموج K' من خلال

$$K_0' = rac{u_{c\,\max}' - u_{c\,\min}'}{2\;U_{c_0}'}$$
 .
$$0 < \psi < rac{\pi}{q} \; ext{sie} \; u_{c\,\max}' = V_m$$

$$= V_m \cos\left(\psi - rac{\pi}{q}
ight)$$

$$0 < \psi < rac{\pi}{2} \; ext{sie} \; u_{c\,\min}' = V_m \cos\left(\psi + rac{\pi}{q}
ight)$$

$$0 < \psi < rac{\pi}{2} \; ext{sie} \; u_{c\,\min}' = V_m \cos\left(\psi + rac{\pi}{q}
ight)$$

يزد اد K_0' من K_0' منظومة مقومة بثنائيات) الى المالانهاية عندما تتغير الزاوية ψ من K_0' من K_0' من K_0' الى K_0' في حالة التشغيل كمغير ، يكون المنحنى K_0' مماثلاً نسبة للمستقيم K_0' ، للمنحنى الذي اوجدناه بالتشغيل كمقوم .

- سعة توافقات الجهد u_e بتحليل فورير تزداد بالتتابع مع نقصان ψ المنظومة المقومة بثنائيات المساويه $Kq\omega$.

$$U_{K_{q \max}} = U_{c_0} \frac{2}{K^2 q^2 - 1}$$

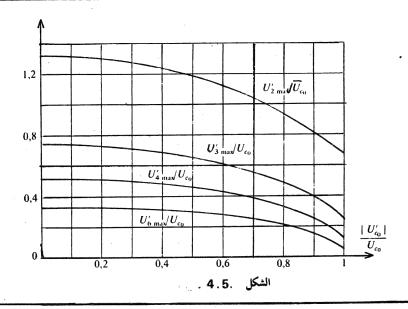
تصبح

$$U_{K_{q\, \rm max}}' \,=\, U_{c_0} \cos\psi \, \frac{2}{K^2 \, q^2 \, - \, 1} \, \sqrt{1 \, + \, K^2 \, q^2 \, {\rm tg}^2 \, \psi} \; . \label{eq:UKq}$$

عندما تكون الزاوية ψ صفراً ، يكون حينئذ U_{co}' صفراً ، وتصبح قيمة التوافقات قصوى وتصل :

$$U_{c_0} \frac{2 Kq}{K^2 q^2 - 1}.$$

تبين منحنيات الشكل 4.5 تغير التوافقات 2. 4.3 و 6بد لالة النسبة $U_{c_0}^{\prime}/U_{c_0}$. دوماً ضمن فرضية التوصيل المستمر



4.1.I جهد اطراف المقومات

يعطى جُهد اطراف المقومات دوماً من خلال العلاقات نفسها . فان :

$$v_{\mathbf{Vh}_1} = v_1 - u'_c,$$

اذن

$$Th_1$$
 عندما يوصل $v_{Th_1} = v_1 - v_1 = 0$
 Th_2 عندما يوصل $v_1 - v_2$
 Th_3 عندما يوصل $v_1 - v_3$
 ψ/ω بزمن بعض بزمن مزاحة عن بعض بزمن ψ/ω

يكون الجهد العكسي الاقصى maximum Inverse voltage الذي يمكن أن يظهر على اطراف المقومات مشابهاً للجهد العكسي الاقصى الذي يظهر في المنظومة المستعملة للثنائيات (الشكل! 4 أو ب):

$$v_{i \max} = 2 V_m$$
 اذا كان العدد $p_{i \max} = 2 V_m$ اذا كان العدد $p_{i \infty} = 2 V_m \cos \frac{\pi}{2 q}$

غير ان لقيم مرتفعة للزاوية ψ ، تتلاشى القيم القصوى للجهد العكسي (الشكل 4.1

يصبح جهد اطراف المقوم المطفأ موجباً في اللحظة حيث يبدأ الثنائي المطابق التوصيل هذا الجهد المباشر ، عندما تكون ψ كافية ، ذات قيمة قصوى مساوية للقيمة القصوى للجهد المعكسي (شكل 4.1 جود) .

 $v_{d \max} = v_{i \max}$.

يجب ان تكون الثايرسترات قادرة على تحمل هذا الجهد المباشر Direct) بعب ان تكون الثايرسترات قادرة على تحمل هذا الجهد المباشر voltage).

كلما كانت الزاوية ψ قريبة من قيمة π ، كان الجهد المباشر على اطراف المقومات قليلاً في اللحظة التي يجب ان يدخلن في حالة التوصيل (الشكل1.4.1). هكذا ، للثايرستر Th_1 ، حتى قبل قدحه

$$v_{\text{Th}_1} = v_1 - v_q = V_m \left[\sin \omega t - \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{q} \right) \right]$$

= $-2 V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{q} \right)$.

نبضة القدح المرسلة عند ψ + $(\pi/2)$ - (π/q) المقوم بجهد اطراف دات قيمة ψ (π/q) المرسلة عند $V_m \sin \pi/q \sin \psi$ ذات قيمة

يكون هذا الجهد موجباً مادامت ψ اقل من π . ولزاوية ψ اكبر من π . يكون هذا الجهد سالباً والمقوم لايمكنه الاشتعال .

لغرض التأكد من ان النبضة المرسلة على البوابة و $ext{gate}$ لنايرستر تجده حقاً بجهد مصعدي موجب ، يجب ترك فاصلة $ext{margin}$ كافية بين $ext{$\psi_{
m max}$}$ و $ext{$\pi$}$

يبين الشكل 4.1د ايضاً السبب الثاني الذي يحتاج هذه الفاصلة . عندما يتوقف ثايرستر بسبب دخول الذي يليه في حالة توصيل ، يصبح الجهد على اطرافة سالباً ولكن يبقى اقل فترة زمنية اذا كانت ψ مقاربة من π

يسمى الجهد السالب الذي يظهر على اطراف مقوم في نهاية فترته للتوصيل بجهد الاطفاء (turn-off vol). ويسمى الزمن الذي يبقى به سالباً بزمن الاطفاء (turn- off time). عندما يوصل الثايرستر

$$v_{\mathrm{Th}_1} = v_1 - v_2 = 2 V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{q}\right);$$

يبدأ التقطيع للثايرستر و Th عند Th عند و الذن جهد يبدأ التقطيع للثايرستر و Th عند $v_B=2~V_m\sin{\pi\over a}\sin{\psi}$

وزمن الاطفاء.

$$t_B = \frac{1}{\omega} \left[\left(\frac{3 \pi}{2} + \frac{\pi}{q} \right) - \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi \right) \right] = \frac{\pi - \psi}{\omega}.$$

عند ψ مساوية π سيكون زمن الاطفاء صفراً . في هذه الحالة يجب ان يكون الزمن على الاقل مساوياً لزمن الاسترداد للثايرسترات (recovery time) أي للزمن الضروري لكي تستطيع الثايرسترات ايجاد قابليتها لحجز الجهود المباشرة بعد مرحلة للتوصيل .

من أجل هذين السبين ، يجب الاحتياط بزاوية للحماية β ، نمثل بها الفاصلة الدنيا بين $\psi_{\rm max}$ و π

 β الذي يودي الى زيادة β النام من جهة أخرى التداخل (over lap) الذي يودي الى زيادة الضرورية .

2.1.دراسة التيارات

كما في المنظو مات المقومة بالثنائيات ، سنفرض بان التيار المقوم ، i_c ، i_c فيمة ثابتة ثابتة أي أنه مساو لقيمتة المتوسطة i_c

لقيمة معينة للتيار ، المجميع التيارات لها القيمة نفسها كما في المنظومة المشابهة المزودة بالثنائيات .

كل مقوم يقطع تيار بقيمة I_c خلال T/q ومنه القيم المختلفة للتيار في الثايرسترات.

$$i'_{\mathbf{av}} = \frac{I_c}{q}, \qquad i'_{\max} = I_c, \qquad I' = \frac{I_c}{\sqrt{q}}.$$

كل طورثانوي يمرر تياراً I_c خلال T/q والتيارات الثانوية لها كذلك قيمة فعلية :

$$I_{S}' = \frac{I_{c}}{\sqrt{q}}.$$

للامبير – لفة للملفات المختلفة الثانوية قيمة مشابهة لتلك عند ψ بقيمة صفر تظهر بينها الازاحات نفسها . اذن سيكون للتيارات الابتدائية شكل الموجة والقيمة نفسهما

$$I_P' = I_P , \qquad J_P' = J_P .$$

 $|\cos\psi|$ جميع معاملات القدرة مضروبة بالمعامل

 $U_{c_0}\,I_c$ آو $U'_{c_0}\,I_c$ آو الفعلية المقطعة (أوالممتصة)من المنظومة المقومة الآن $U'_{c_0}\,I_c$ آو $U'_{c_0}\,I_c$ وليس $U_{c_0}\,I_c$ وليس م

بمساواة الجهود المتناوبة والتيار المستمر المقطع ، فالقدرات الظاهرية الثانوية والابتدائية لها القيم نفسها كما في المنظومة المقومة بثنائيات تكون القدرة الفعلية مضروبة بالمعامل $|\cos\psi|$

$$f_S' = f_S \mid \cos \psi \mid$$
, $f_P' = f_P \mid \cos \psi \mid$, $f_L' = f_L \mid \cos \psi \mid$.

هذا النقصان بمعاملات، القدرة بالتتابع مع اقتراب الزاوية ψ من $\pi/2$ هو بسبب فرق الطور (الازاحة) لموجات التيارات نسبة الى الجهود المطابقة (انظر الفصل 2 الجزء 2 . III

ا $\cos \psi$ التحويل مع المعامل ا ψ

لقيم معينة لجهد تغذية (المسبب بمفاقيد الحديد للمحولة) ولتيار I_c (المسبب بالمفاقيد في المقاومات وفي المقومات) ، لا تتغير المفاقيد اياً كانت قيمة الزاوية ψ . وتلك الحالة هذه المفاقيد ترتبط مع القدرة التي تقل مع المعامل $|\cos\psi|$. تكون الكفاءة بالاحرى قليلة اذا كانت هذه القدرة قليلة

Losses = p_{IROR} + $R_c I_c^2 + (u)_{I_c} I$ تبعا لطريقة التشغيل ، تعطى الكفاءة من خلال

$$\eta$$
مفیر = $\frac{U_c' I_c}{U_c' I_c + \text{Losses}}$, مغیر = $\frac{U_c' I_c - \text{Losses}}{U_c' I_c}$

avec $U'_c = U'_{c_0} - AU'_c$.

ملاحظـة: -

فرضية ثبوت التيار المقوم غالباً ليست الاتقريباً صغيراً مع المنظومات المقومة بالثنائيات خاصة اذا كانت درجة الجهد المقوم عالية . وحينئذ يكون التموج لهذا الجهد بالحقيقة قليلاً جداً .

في التبديل المتاخر ، خاصة عندما يقترب المعامل إ لا cos من الصفريكون الجهد المقوم كثير التموج ونلاحظ ان فرضية التيار المقوم الثابت لايمكن ان يكون لكثير من انواع الاحمال الحقيقية الاتقريباً كبيراً جداً.

3.1 دراسة هبوطات الجهد

لقيمة معينة للحيار I_c لاتعتمد هبوطات الجهد المتوسط المقوم بسبب المقاومات وبسبب الثنائيات على قيمة الزاوية ψ

$$\Delta_2 U_c' = R_c I_c, \qquad \Delta_3 U_c' = (u)_{I_c}.$$

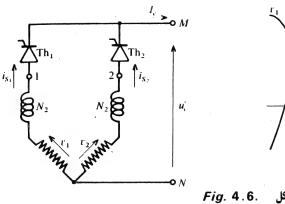
هبوط الجهد بسبب التداخل هوأيضاً لا يعتمد على الزاوية ψ .

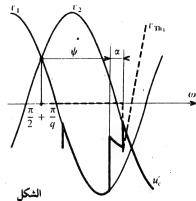
 Th_2 بالحقيقة في اللحظة $t=(\pi/2+\pi/q+\psi)/\omega$ عيث يقدح الثايرستر Th_2 بالحقيقة في اللحظة Th_2 بالحقيقة في اللحظة Th_2 فان الثايرسترات Th_1 و Th_2 بوصلان في الوقت نفسه الجهد المقوم يعطى من خلال .

$$u'_{c} = v_{1} - N_{2} \frac{\mathrm{d}i_{S_{1}}}{\mathrm{d}t}, \qquad u'_{c} = v_{2} - N_{2} \frac{\mathrm{d}i_{S_{2}}}{\mathrm{d}t}.$$

 I_c بما اننا قد فرضنا ان المجموع $i_{S_1}+i_{S_2}$ بما اننا قد فرضنا ان المجموع

$$u'_{c} = \frac{v_{1} + v_{2}}{2}, \qquad \frac{di_{S_{2}}}{dt} = \frac{v_{2} - v_{1}}{2 N_{2}}.$$





- من العلاقة الثانية . تستنتج زاوية التداخل (over lap angle)

$$\frac{\mathrm{d}i_{S_2}}{\mathrm{d}t} = -\frac{V_m}{N_2}\sin\frac{\pi}{q}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{q}\right)$$

$$i_{S_2} = -\frac{V_m}{N_2 \omega} \sin \frac{\pi}{q} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{q} \right) + \text{Ctc}.$$

نلاحظ ان $\omega t = (\pi/2) + (\pi/q) + \psi$ عند $i_{s_2} = 0$ ومنه تستنتج قيمة - تابت التكامل . وبالتعويض ، يصبح تعبير التيار i_{s_2}

$$i_{S_2} = \frac{V_m}{N_2 \omega} \sin \frac{\pi}{q} \left[\cos \psi - \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{q} \right) \right].$$

 $\omega t = (\pi/2) + (\pi/q) + \psi + \alpha$

يتم الحصول على نهاية فترة التبديل عند I_c يصل الى قيمة I_c .

$$I_{c} = \frac{V_{m}}{N_{2} \omega} \sin \frac{\pi}{q} \left[\cos \psi - \cos (\psi + \alpha) \right].$$

اذن تعطى الزاوية α من خلال

$$\cos \psi - \cos (\psi + \alpha) = \frac{N_2 \omega I_c}{V_m \sin \frac{\pi}{q}}.$$

. Th₂ مبوط الجهد $\Delta_1 U_{\rm f}$ خلال فترة تداخل التوصيل للثايرستر $\Delta_1 U_{\rm f}$ وللثايرستر v_2 من v_2 من v_3 الجهد v_4 ذا قيمة v_4 (v_1+v_2)/2 دارة . ويوجد v_4 نقصان مماثل خلال كل دورة .

$$\Delta_1 U_c' = \frac{q}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} + \psi + x} \left(v_2 - \frac{v_1 + v_2}{2} \right) d\omega t$$
$$= \frac{q}{2\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \left[\cos \psi - \cos \left(\psi + \alpha \right) \right]$$

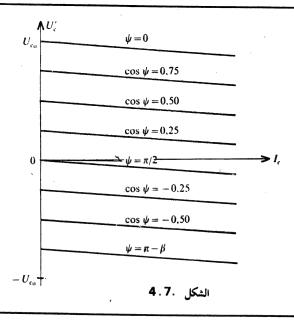
او - باستبدال $(\psi + \alpha)$ من خلال قیمته

$$\Delta_1 U_c' = \frac{q}{2 \pi} N_2 \omega I_c.$$

فيمة معينة للتيار I_c ومعلوم ان هبوطات الجهد الجزئية الثلاثة ومجموعهما $U_c'(I_c)$ فالمميزات $U_c'(I_c)$ المرسومة لعدة قيم مختلفة للزاوية ψ تكون متوازية (الشكل 4.7).

يبين ميل (slop) المميزات $U'_c(I_c)$ في التشغيل كمقوم هبوط الجهد الداخلي للمنظومة .

في حالة التشغيل كمغير . تبين الزيادة للجهد ، عندما يزداد التيار I_c , بانه يجب زيادة الجهد المستمر في الدخول للمغير عندما تزداد القدرة وذلك لجهود احراج متناوبة ثابتة .



مسلاحظسات

- أ) يكون هبوط الجهد في حالة التحميل لمنظومة بنايرسترات اعتياديا أقل تأثيسرا في حالة التشغيل كمقوم من ذلك لمنظومة بثنائيات . بتغيير الزاوية ψ تستطيع تنظيم الجهد U'_{ℓ} وجعله ثابتا بصورة خاصة .
- اذا U_c' المحصورة الحميع قيم الجهد U_c' المحصورة الحميع $U_{c \, \rm nom} = 0.10 \; U_{c \, \rm nom}$ اذا $I_{c. {\rm rat.}}$ و 0 تكرار هذا الجهد بين 0 و $0.90 \; U_{c \, \rm o}$
- بْ) ففي حالة التشغيل كمغير فان سبب هبوط الجهد الرئيسي اي N_2 ، يكون الاكثر تأثيراً . بالحقيقة ان فترة التداخل α/ω تقلل زمن اطفاء الثايرسترات (انظر الشكل 4.6). كلما كان N_2 M_2 M_3 وجب زيادة زاوية الحماية ومن هنا تحديد منطقة الجهود السالبة الممكنة .
 - ج) لامجال لاعادة دراسة التشغيل بدائرة قصيرة للمنظومات بالثايرسترات لان المقومات بقطب لاعادة التشغيل (بوابة) تسهل حمايتها في حالة العطلل توقف ارسال نبضات اعادة التشغيل (turn-on pulses) للبوابات .

4.1 الاحتياطات الواجب اتخاذها في التشغيل كمغير

عند حالة التشغيل كمغير. اي استعمال مولد في الجانب المستمر. فان فقد ان التحكم لادخال الثايرسترات في حالة التوصيل تكون اكثر خطورة من حين التشغيل كمقــوم يجب ان يكون التحكم فعالا واكيدا.

1.4.1 نتسائسج العطل في الاطفساء

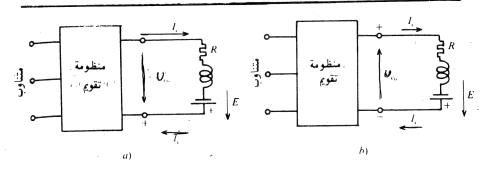
اذا لم تطفأ المقومات حين تصبح جهودها المصعدية موجبة اي عندما يكون لها الميل للتوصيل فأن الجهد U_c يتغير من سالب الى موجب وذلك يكافي دائسرة قصدة .

في حالة التشغيل كمغير اعتيادي (الشكل 4.8 أ) بالتيار الاسمي (rated cuvent) مع معامل قدرة ψ $\cos \psi$ مثل بقيمة 0.5 - لدينا .

$$U_{c_0}' = -0.5 \ U_{c_0}$$
 , $\Delta U_c' = 0.05 \ U_{c_0}$ کی $U_c' = -0.55 \ U_{c_0}$ $E = 0.57 \ U_{c_0}$ کی $R \ I_{crat} = 0.02 \ U_{c_0}$

نعني من خلال E و R بالقوة الدافعة الكهربائية والمقاومة الداخلية للمولد . اذا لم تطفأ المقومات . تعمل بزاوية ψ بقيمة صفر (الشكل 4.8 ب) . يصبح U'_{co} مساويا U'_{co} ويكون التيار بحيث

$$\Delta U_c' + RI_c = U_{c_0} + E = 1.57 U_{c_0}.$$



الشكل .8.

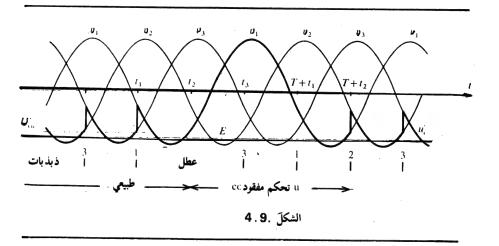
للتيار الاسمي . هذا الهبوط الكلي بالجهد يكون بقيمة $0.07~U_{\odot}$ واذا فرضنك التناسبية لهبوط الجهد وللتيار فان الاخير يتغير من $I_{\rm crat}$ الى $I_{\rm crat}$

. 2.4.i العطل لاعادة القدح.

بالعكس اذا لم تعيد قدح المقوم بواسطة نبضة البوابة (gate pulse). نفقد التحكم على المغير.

ناخذ ثانية المثال للمنظومة P3 ونفرض ان في اللحظة $t=t_2$ (الشكل $t=t_3$ الشكل وعند $t=t_3$ عندما للنبضة المرسلة للثايرستر $t=t_3$ عديمة الفائدة ويستمر $t=t_1$ بالتوصيل وعند $t=t_3$ عندما يستلم $t=t_4$ بيضته ويكون الجهد على اطرافه $t=t_3$ مساوياً لقيمة التي اذن بقيمة سالبة ويبقى هذا المقوم غير موصل ويستمر $t=t_4$ بالتوصيل والنبضة التي يستلمها الاخير عند $t=t+t_4$ تكون عديمة الفائدة لانه اصلا موصلا ولاستطيع التايرستر استعادة التشغيل الاعتيادي الا في اللحظة $t=t+t_4$ اذا اصبحت السيطرة على الثايرستر $t=t+t_4$ ثانية مقالة وللمناه على التايرستر $t=t+t_4$

لكن بين t_2 و t_2 . يأخذ فرق الجهد t_1 – t_2 قيما عالية بحيث يوضع المقوم t_1 في اغلب الاحيان خارج العمل على اي حال هذا الذي يحدث اذا كانت النبضات المتعاقبة المرسلة الى t_1 معابة (ناقصة) .



11 .منظومات بتبديل توازي مزدوج

تحتاج المنظومات بتبديل توازي مزدوج الى q 2 مقوم مجمعه على مبدلين نستطيع:

- اما استبدال جميع الثنائيات بثايرسترات فنحصل حينئد على منظومات «كلها اليرسترات ».

g اما استبدال الثنائيات لاحد المبدلات بثايرسترات فتسمى هذه المنظومات ، بعدد و ثنائي وبعدد g ثنائي وبعدد g ثاني وبعدد المختلطة .

1.11 منظومات كلها ثايرسترات

اذا كان كل من المبدلين بثايرسترين ، فان البراهين نفسها . كتلك للمنظومـــات بتبديل توازي تؤدي الى نتائج مناظرة .

- جهبود

يعطي المبدل الاكثر ايجابية من خلال اللاحمل جهدا مقوما $v_M - v_O$ مكونا من $p_M - v_O$ على المبدل الاكثر ايجابية من خلال اللاحمل جهداً مقوما $p_M - v_O$

$$\frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \psi .$$

ويعطي المبدل الاكثر سلبية جهدا مقوما r_N-r_O مكونا ايضا من q جزءا جيبيا له قيمة متوسطة .

$$-\frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \psi .$$

يكون الجهد المقوم الكلي $u'_c = v_M - v_N$ مكونا من p جزءا جيبيا اذا كان العدد p زوجيا ومن p p جزء جيبيا اذا كان العدد p فرديا . وتعطى قيمته المتوسطة دوما من خلال

$$U_{c_0}' = \frac{2 q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \psi$$

$$U_{c_0}' = U_{c_0} \cos \psi$$

اذاكانت الجهود المتناوبة للتقويم هي ذاتهاكما في حالة التبديل المتوازي . فلجهود اطراف المقومات شكل الموجة نفسها . والقيمة العكسية القصوى نفسها .

يكون الجهد المباشر الاقصى للاطفاء (maximum turn- off direct) في التشغيل كمغير مساويا كذلك للجهد العكسي الاقصى

لتيار مقوم ، معين ، تكون تيارات المقومات ، وتيارات الملفات الثانوية والابتدائية وتيارات خطوط التغذية نفسهاكما في حالة عدم وجود تأخير للقدح . وتكون موجات جميع هذه التيارات ببساطة مزاحة بزاوية ،

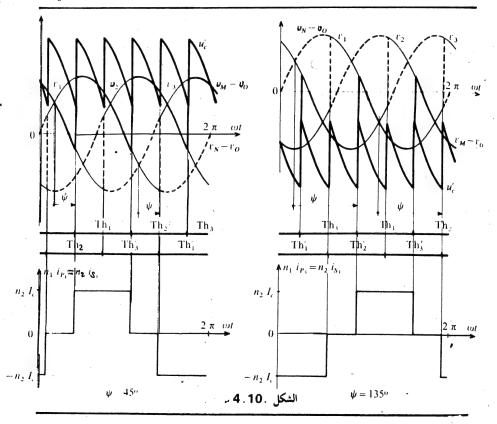
يتم الحصول على معاملات القدرة بضرب القيم الناتجة في المنظومات المقوية بالثنائيات بالمعامل المرودة المدرة بضرب القيم المراجعة الم

- هبوط الجهد

الملاحظات فيما يخص التصميمات للنتائج . خصوصا عندما تصبح فرضية ثبوت التيار المقوم غير صحيحة هي نفسها كتلك المؤشرة بالتبديل التوازي .

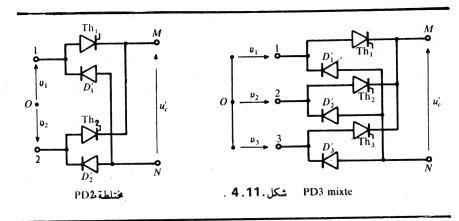
الاحتياطات الواجب اتخاذها في حالة التشغيل كمغير كذلك كتلك في طريقة التبديل السابقة .

ببين الشكل (4.11 للمنظومة PD3 ولقيمتين للزاوية ψ مخطط الجهود المقومة الجزئية والكلية . ومثلنا كدلك موجات التيار للطور الاول للثانوي وللابتدائسي .



2. 11 منظومات مختلفة

نستبدل فقط سلسلة واحدة من الثنائيات، تلك للمبدل الاكثر ايجابية، بثايرسترات يعطي الشكل 4.11 مخطط المنظومة PD2 الختلطة والمنظومة PD3



1.2.11. جهد مقوم

الجهد المقوم u هو الفرق بين الجهود u u و u u u الاول يعطي من المبدل الاكثر الجابية بثايرسترات ويتكون من u جزءاً جيبياً لكل دورة u والثاني هو الخروج للمبدل الاكثر سلبية بثنائيات ويتكون من u قمة جيبية سالبة لكل دورة u .

qمن درجة u'_c من العدد u'_c فرديا او زوجياً فان الجهد المقوم u'_c يكون من خلال وقيمة المتوسطة تعطى من خلال

وقيمته المتوسطة تعطى من خلال

$$\begin{split} U_{c_0}' &= (v_M - v_O) \frac{1}{\mathbf{a}\mathbf{v}} - (v_N - v_O) \frac{1}{\mathbf{a}\mathbf{v}} \\ &= \frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \cos \psi + \frac{q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \\ &= \frac{2 q}{\pi} V_m \sin \frac{\pi}{q} \left(\frac{1 + \cos \psi}{2} \right). \end{split}$$

اذن

$$U_{c_0}' = U_{c_0} \frac{1 + \cos \psi}{2}$$

بتغيير الزاوية ψ من 0 الى π تستطيع تغير U'_{co} من قيمته القصوى U_{co} الى الصفر عكسه . لا تسمح المنظومات الختلطة بالتشغيل كمغير اي انها غير قابلة للانعكاس

يمكن ان يمثل شكل موجة الجهد المقوم بشكلين مختلفين :

- ما دامت فترات التوصيل للمقومين المتصلين بالطرف الثانوي نفسه غير متداخلة اي مادامت قيمة الزاوية ψ اقل من $\pi (2\pi/q)$. فإن الجهد u'_c يتكون من جزأين جيبيين لكل من دوراته T/q (الشكل 4.12 أ) .
- عند $(2\pi/q) > \pi (2\pi/q)$ عند $\pi (2\pi/q) > \pi$ عند $\pi (2\pi/q) > \pi$ عند الرقت نفسه ، وبناءاً على ذلك تكون الاطراف π و π بالجهد نفسه ، ويظهر الجهد π اجزاءاً بقيمة الصفر (الشكل 4.12 ب) .

للمنظومة PD3 الختلطة لدينا احد الشكلين الماضيين تبعاً لقيمة الزاوية ψ اقل او اكبر من $\pi/3$ وللمنظومة PD2 المختلفة لدينا دوما الحالة الثابتة للتشغيل . لجهد اطراف المقومات شكل الموجة نفسه والقيم النهائية نفسها (extreme values) كما في منظومة كلها ثابرسترات (الشكل 4.1) او منظومة بثنائيات (الشكل 3.18) بتبديل توازي .

2. 2. 11 ومعاملات القدرة

T/q كل مقوم يقطع التيار المقوم $I_{\underline{c}}$. فرض ثابتاً . خلال

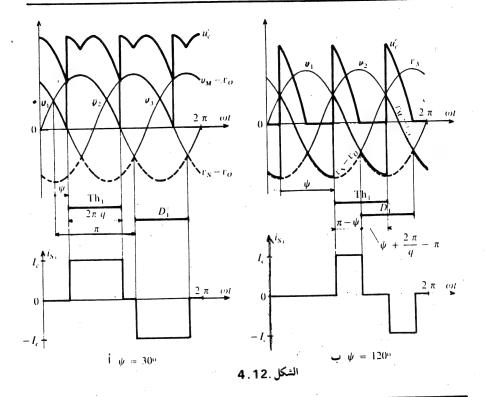
لتيارات الثانوية ، يجب تمييز الحالتين المصادفتين عند الفحص لشكل موجة u_c'

اذا $(2\pi/q)^{-1}$ كل طور يمرر تيارا I_c عندما يكون الثابرستر المطابق موصلا ويمرر I_c عندما يوصل الثنائي (الشكل 4.12 أ) . لدينا الضا

$$I_S' = I_c \sqrt{\frac{2}{q}},$$

ويسوء معامل القدرة عندتما يقل الجهد U_{c_0}' كما في منظومة كلها ثايرسترات $f_S'=f_S \frac{U_{c_0}'}{U_{c_0}}=\frac{2}{\pi}\sqrt{q}\sin\frac{\pi}{q}\frac{1+\cos\psi}{2}$

اذا $(2\pi/q)^{-1}$ يكون تيار الطور بقيمة صفر خلال فترات التقطيع $\psi > \pi - (2\pi/q)$ (التوصيل) المتزامن للمقومين المتصلين بالطور الثانوي نفسه وينغلق التيار المستمر (



بواسطة هذه المقومات والحمل المفروض محاثي صرف بدون ان يدخل الجانب المتناوب في الدائرة

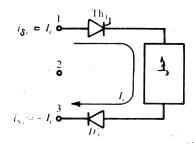
يبين الشكل 13 4 المظهرين اللذين يعطيان مخطط المقومات الموصلة خلال التقطيع للثايرستر Th للمنظومة PD3

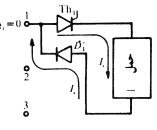
تقلل الفترة بتيار ثانوي بقيمة صفر ، زاوية مرور التيار ، ا في احد اتجاهي الملفات الى قيمة $\psi = \pi$ (الشكل 12 μ ب ومنه القيمة الفعلية للتيارات

$$I_S' = I_c \sqrt{1 - \frac{\psi}{\pi}},$$

ومعامل القدرة للثانوي

$$f_{\mathbf{S}}' = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \sqrt{\frac{\pi}{\pi - \psi}} \sin \frac{\pi}{q} (1 + \cos \psi).$$

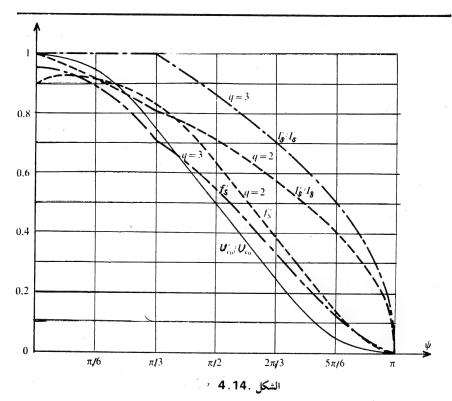




الشكل .4.13 بي

يشكل هذا النقصان للتيار I_s' عندما يقل U_{s_0} الفائدة الأساسية للمنظومات المختلطة .

قيمة الزاوية ψ التي بها يبدأ هذا النقصان . $\pi - (2\pi/q)$. تكون غالبا قليلة اذا كان العدد ψ منخفضا . عندما يكون ψ مساويا ψ . يبدأ هذا النقصان عندما



تختلف قيمة ψ عند الصفر . عندما يكون ψ مساويا 3 . يبدأ هذا النقصان عند $\psi = 60^\circ$. $\psi = 60^\circ$

يعطى الشكل 4.14 تغيرات الجهد U_{i0} بدلالة الزاوية ψ ، ثم التغيرات بدلالة ψ للتيار الثانوي ومعامل القدرة له ، لعدد ψ مساويا ψ والى ψ

يبدأ معامل القدرة للمنظومة PD2 بالزيادة ثم ينقص حتى يتصفر عندما تكون يبدأ معامل القدرة للمنظومة ويم الجهد U_{c_0}' المحصورة بين U_{c_0}' والصفر . يكون معامل القدرة أكبر من ذلك . U_{c_0}'/U_{c_0} . المحاصل في حالة منظومة كلها ثايرسترات . لا تعطي المنظومة PD3 المختلطة معامل قدرة أكبر من $\frac{0.955\ U_{co}}{U_{co}}$ الا بدءا من $\frac{0.95\ U_{co}}{U_{co}}$

سبب نقصان التيار δ نقصانا في التيارات الأبتدائية وتيارات الخطوط هذا سبترافق لتيار δ معين مع نقصان لمفاقيد القدرة جول اذن تتحسن الكفاءة للمنظومة PD2 كلها ثايرسترات مثلا عندما $U'_{c_0}=0.5$ المفاقيد في الملفات هي كما في $U'_{c_0}=0.5$ عند PD2 عند $U'_{c_0}=0.5$ والمفاقيد بالقدرة جول مثل القدرة المقطعية مقسمة على $U'_{c_0}=0.5$

تجعلنا هذه الفائدة للمنظومات المختلطة . نفضلها على المنظومات كلها ثايرسترات عندما تكونةابليةالعكس للجهد غير مؤكدة .

ااا . منظومات بتبديل توالي

هنا أيضا . بما أنه يوجد مبدلين . نستطيع تبديل جميع الثنائيات بثايرسترات او النصف فقط .

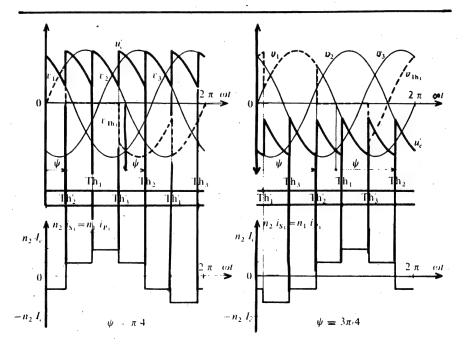
11.11. منظومات كلها ثايرسترات

- يحافظ الجهد المقوم " على الدرجة نفسها كما في المنظومة المقومة بثنائيات و q و و 2 تبعا لعدد الأطوار ان كان زوجيا أو فرديا .

اذن يتكون الجهد المقوم u' من q أو q جزءا جيبيا متماثلا لكل دورة T وقيمته المتوسطة هي

$$U'_{c_0} = U_{c_0} \cos \psi$$

- للجهد العكسي الأقصى . في التشكيل كمقوم وللجهد المباشر الأقصى للاطفاء
 في حالة التشكيل كمغير . القيمة نفسها كالجهد العكسي الأقصى المحسوب للمنظومة نفسها المستخدمة ثنائيات .
- لتيار ١ معين لتيار المقومات القيمة نفسها أيا كانت قيمة الزاوية ψ وكذلك
 في الملفات الثانوية والابتدائية وفي خط التغذية
- اذّن تكون معاملات القدرة متناسبة مع $|\psi\rangle$ هذه المعاملات والكفاءة تسوء عندما يقل المعامل $|\psi\rangle$ كما في جميع المنظومات كلها ثايرسترات يبين الشكل 1.15 الرسم التخطيطي لشكل موجة الجهد المقوم ولتيارات المنظومة 0.3 ولقيمتين للزاوية 0.3



الشكل .15. Fig. 4.15

2.111 .منظومات مختلطة

. 2.1. III جهد مقسوم

اذا استبدلنا سلسلة واحدة من الثنائيات بثايرسترات . لانستطيع عكس الجهد المقوم ولكن نستطيع فقط تغييره بين قيمته القصوى والصفر

$$U_{c_0}' = \frac{q}{\pi} V_m \frac{1 + \cos \psi}{2}.$$

$$U_{c_0}' = U_{c_0} \frac{1 + \cos \psi}{2}$$

يكون الجهد المقوم من الدرجة ^Q . سواء كان عدد الأطوار زوجيا أم فرديا . اذن نجد التأثيرات نفسها لتأخير القدح للثايرسترات كما في المنظومات المختلطة بتبديل توازي . الملاحظات الأخرى المصاغة في الفقرة 1.2.11 هي أيضا ممكنسة التطبيق .

الله عند القدرة على القدرة ا

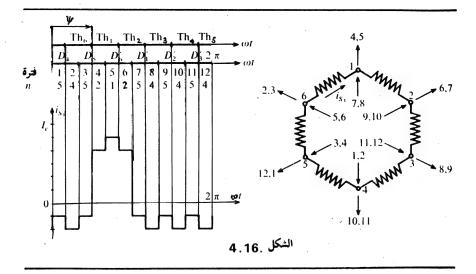
• تمرركل المقومات التي عددها 2 . ثنائيات أو ثايرسترات . التيار المقوم المفروض ثابت المساوي 1. خلال 7 تابت المساوي المساوي على المساوي المساوي

كما في حالة المنظومات المختلطة بالتبديل التوازي المزدوج . يقل التيار في الملفات الثانوية عندما تزداد الزاوية ،

ولكن الاصل origin لهذا النقصان يختلف ولانه يأتي من ان الدخول والخروج للتيار I في المضلع يتمان من خلال قمم تقل تدريجياً بالتقابل القطري عندما تزداد الزاو ية ψ وبزداد الفرق تدريجياً بين المسارين ويزداد عدد الاطوار التي يمر بها جزء من التيار I الذي يتخفض تدريجياً

لتوضيح ذلك لقد اشرنا بواسطة اسهم (الشكل 4.16) . في حالة منظومة S6 ولزاوية ψ مساوية لقيمة $\pi/2$, الوصول والخروج للتيار اخلال كل من الفترات الاثنى عشر لدورة واحدة . T بحساب العدد "للاطوار لكل فترة داخل المسرى حيث يوجد الطور 1 . نستنتج منه التيار في الطور 1 .

$$i_{S_1} = |I_i| \frac{q - n}{q}.$$



نری بان l_s فده المنظومة یساوي $l_c/2$ عندما تکون ψ بقیمة صفر ویقل بالتتابع اذا ازدادت قیمة ψ . بدءا من $\pi = \pi - 2\pi/4$ تظهر من جهة اخری فترات بجهد ی بقیمة صفرالتی بها l_s لایمرالی داخل المضلع .

العلاقات المبينة لكيفية تغير النسبة I_S^{\prime}/I_S هي معقدة جدا . – هذه النسبة تقل . اذا كان العدد θ زوجيا . عندما تكون قيمة الزاوية θ اكبر من صفر .

. π/q . يبدأ النقصان عندما تصبح قيمة ψ مساوية الى π/q .

لكن سواء كان العدد μ زوجياً ام فرديا . نستطيع وبتقريب ملائم متابعة التحرك للنسبة 1/s/s بمساعدة الميزة المرسومة عند قيمة μ مساوية مالانهاية .

اذا كان العدد p لامتناهياً وعندما تكون قيمة ψ مساوية للصفر وحين يخرج التيار I_c من المضلع خلال Th_1 فانه يدخله من خلال الثنائي I_{2g+1} المتصل بنقطة الدائرة بمسافة π اذا اختلفت قيمة ψ عن الصفر وعندما يدخل I_c من خلال Th_1 الذي يقدح بزمن متأخر بقيمة ψ/ψ لكن يخرج من خلال الثايرستر المتصل بنقطة مزاحة بزاوية ψ متقدمة عن تلك المتصل بها الثايرستر π والاخريطابق (الشكل π) . في كل لحظة ، احد المسارات يطابق الزاوية π π والاخريطابق الزاوية π π يمر بالمسار الاول تيار بقيمة π π π المسار الثاني تيار بقيمة π π المسار الاول خلال فترة تيار بقيمة من المضلع في المسار الاول خلال فترة تيار بقيمة π

 $T(\pi + \psi)/2\pi$ وفي الثاني خلال فترة بقيمة خلال

 $T(\pi - \psi)/2\pi$ في کل د ورة

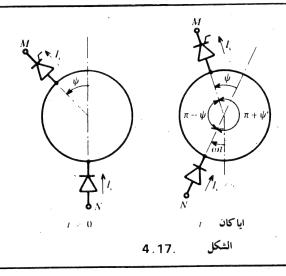
ومنه القيمة الفعلية للتيارات الثانوية .

$$I'_{S} = \sqrt{\frac{1}{T}} \left[\frac{\pi - \psi}{2\pi} T \left(I_{c} \frac{\pi + \psi}{2\pi} \right)^{2} + \frac{\pi + \psi}{2\pi} T \left(I_{c} \frac{\pi - \psi}{2\pi} \right)^{2} \right]$$

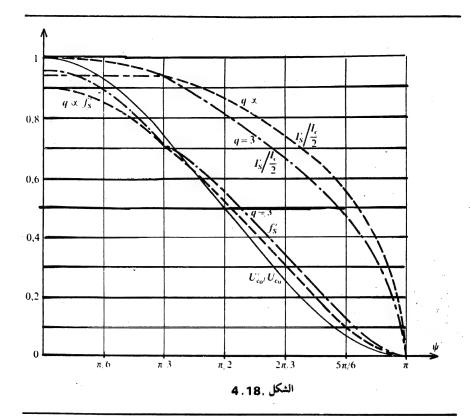
$$I'_{S} = \frac{I_{c}}{2} \sqrt{1 - \frac{\bar{\psi}^{2}}{\pi^{2}}}.$$

الشكل 4.18 يعطي وبدلاله ψ تغيرات النسبة U_{co}/U_{co} ثم لعدد ψ مساوياً 3 و الشكل 15 يعطي وبدلاله $I_s/I_c/2$ والمعامل القدرة J_s

تكون المميزات النسبية للقيم الآخرى للعدد 9 محصورة بين تلك المطابقة لعدد 8=9 وتلك المطابقة لعدد 9 مساويا . مالانهاية . نرى اننا نستطيع استعمال الاخيرة للمنظومات بعدد مرتفع للاطوار .



اذاكانالاداءمتماثلاللمنظومات PD3 المختلطة و S3 المختلطة . فان التبديل التوالي فقط يقدم هنا ايضا اداءا يحافظ على جودتة عندما يزداد عدد الاطوار _



١٧ ملاحظات عامة

7.1٧ توافقات التيارات الابتدائية للمنظومات المغذاة بشبكه ثلاثية الطور

كما سبق ان اشرنا في نهاية الفصل 3 فان فئة وقيمة توافقات التيارات الحُسوبه من الشبكة ثلاثية الطور تعتمد على درجة الجهد المقوم n – الاثبات المستحق في الحالة العامة مع R. Bausière والمقدم في الطبقة الثالثة معقداً جداً . نختصر هنا الحالة البسيطة المطابقة لفرضية ثبوت التيار المقوم . .

1.1.1٧ منظومات كلها ثنائيات اوكلها ثايرسترات : -

لتكن ٧٤٠ ٧٤٠ هي الجهود البسيطة ثلاثية الطور الجيبية المسلطة على منظومة مقومة .

 $v_A = V_m \sin \omega t$, $v_B = V_m \sin (\omega t - 2 \pi/3)$, $v_C = V_m \sin (\omega t - 4 \pi/3)$, avec $\omega T = 2 \pi$.

تمتص هذه المنظومة تيارات متناوبة i_A , i_B , i_C متماثلة لئلث الدورة T تقريبا

نفرض ان المنظومة المقومة مثالية (يدون مفاقيد بدون محاثة لخزن الطاقة). تكون اذن القدرة الاتية في الدخول للمنظومة مساوية للقدرة الاتيه للخروج لهـــــا .

- أ) فئة التوافقات
- اذا كانت منظومة التقويم بثنائيات والجهد المقوم u_c من درجة u_c تحليل فورير للجهد يكتب في الشكل التالى u_c

$$u_{c} = U_{c0} + U_{cmn} \sin(n\omega t + \alpha_{n}) + \dots + U_{cknm} \sin(kn\omega t + \alpha_{kn}) + \dots,$$

$$U_{cknm} = U_{c0} \frac{2}{k^{2} n^{2} - 1}.$$
(1)

تكون التيارات المسحوبة (الممتصة) بواسطة المنظومة في الشكل الاتي

 $i_A = I_{1m}\sin(\omega t + \varphi_1) + I_{2m}\sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + I_{hm}\sin(h\omega t + \varphi_h + \dots,$

 $\omega t = 2\,\pi/3$ وتستنتج التيارات i_C و i_B ونامن التيار i_C وذلك باستبدال ωt و $\omega t = 4\,\pi/3$ او $\omega t = 4\,\pi/3$

 $u'_{co} = U'_{co} + U'_{com} \sin(n \omega t + \alpha'_n) - \cdots + U'_{cknm} \sin(kn \omega t + \alpha'_{kn}) + \cdots,$

$$U'_{c0} = U_{c0}\cos\psi; \quad U'_{ckinn} = U_{c0}\cos\psi \frac{2}{k^2 n^2 - 1} \sqrt{1 + k^2 n^2 \lg^2\psi}. \quad (2)$$

التيار مستمر مقطع I_c معين ، رأينا (الفترة 2.1) التيارات الممتصة I_c معين ، رأينا (الفترة 2.1) التيارات الممتصة على القيمة وشكل الموجة نفسها كما في المنظومة المقومة بثنائيات ، ولكنها مزاحة فقط بزاوية ψ متاخرة . في العلاقات للتيارات I_A , I_B , I_C بواسطة I_A , I_B باستبدال I_A

القدرة الآنية في الخروج للمنظومة

 $p = I_c u'_c = I_c U'_{c0} + I_c U'_{cnm} \sin(n \omega t + \alpha'_n) + \dots + I_c U'_{cknm} \sin(kn \omega t + \alpha'_{kn}) + \dots$ (3)

هي المجموع للقدرة المتوسطة U'_{co} وللحدود المتناوبة بسرع زاوية $kn\omega$ $kn\omega$ القدرة الانية الداخلة في المنظومة هي

$$p = v_{A} i'_{A} + v_{B} i'_{B} + v_{C} i'_{C}$$

$$= V_{m} \sin \omega t [I_{1m} \sin (\omega t + \varphi_{1} - \psi) + I_{2m} \sin (2 \omega t + \varphi_{2} - 2 \psi) + \cdots]$$

$$+ V_{m} \sin \left(\omega t - \frac{2 \pi}{3}\right) [I_{1m} \sin \left(\omega t + \varphi_{1} - \psi - \frac{2 \pi}{3}\right)$$

$$+ I_{2m} \sin \left(2 \cos^{2} t + \varphi_{2} - 2 \psi - \frac{4 \pi}{3}\right) + \cdots] + V_{m} \sin \left(\omega t - \frac{4 \pi}{3}\right)$$

$$\times \left[I_{1m} \sin \left(\omega t + \varphi_{1} - \psi - \frac{4 \pi}{3}\right) + I_{2m} \sin \left(2 \omega t + \varphi_{2} - 2 \psi - \frac{8 \pi}{3}\right) + \cdots\right]$$

او بتجميع الحدود من السرعة الزاوية نفسها

$$p = 3 V I_1 \cos (\varphi_1 - \psi)$$

$$= 3 V I_2 \cos (3 \omega t + \varphi_2 - 2 \psi) + 3 V I_4 \cos (3 \omega t + \varphi_4 - 4 \psi)$$

$$= 3 V I_5 \cos (6 \omega t + \varphi_5 - 5 \psi) + 3 V I_7 \cos (6 \omega t + \varphi_7 - 7 \psi) - \cdots$$

$$\mp 3 V I_h \cos [(h \pm 1) \omega t + \varphi_h - h\psi] - \cdots, \qquad (4$$

$$V = V_m \sqrt{2}. \quad I_1 = I_m \sqrt{2}, \quad I_h = I_{hm} \sqrt{2}.$$

ee $V = V_m/\sqrt{2}$, $I_1 = I_m/\sqrt{2}$, $I_h = I_{hm}/\sqrt{2}$.

- It is might expect the second of the s

الحد الاصلي I_1 هو الذي يطابق حصة القدرة المتوسطة للمنظومة .

فقط التيارات التوافقية من فئة h بحيث h بعث h يمكن ان تتواجد او

 $h = kn \pm 1$

نجد في التيارات

- -n = 3 التوافقات 2 و 4 ، 5 و 8 ، 8 و 10 ، . . . اذا -n = 3
- n = 6, التوافقات 5 و 11.7 و 17,13 و 19 اذا .
- النح التوافقات 8 و 10 ، 19,17 ، 28,26 اذا n=6 النح النح النح التوافقات لحد متناوب من تحليل فورير للقدرة $u(A_0)$

ب) قيمة الحد الاصلى وقيم حدود التوافقات

- تعطى مساواة الحدين الثابتين لعلاقتي القدرة ال

$$3 V_1 I_1 \cos (\varphi_1 - \psi) = I_c U'_{c0} = I_c U_{c0} \cos \psi.$$

لكي تكون هذه المساواة مدققة ايا كانت قيمة ﴿ ، يجب ان تكون

 $\varphi_1=0$;

التي تؤدي الى

$$I_1 = I_c \frac{U_{c0}}{3 V} \, .$$

في حالة المنظومات المقومة بثنائيات يكون الاصلي بالطور نفسه مع الجهد . وفي

حالة المنظومات بثايرسترات يكون الاصلى مزاحا بزاوية ψ .

- تعطي المسار للحدود بسرعة زاوية kn w

$$3 V \left\{ -I_{kn+1} \cos \left[kn \, \omega t + \varphi_{kn-1} - (kn-1) \, \psi \right] + I_{kn+1} \cos \left[kn \, \omega t + \varphi_{kn+1} - (kn+1) \, \psi \right] \right\} = I_c \, U'_{cknm} \sin (kn \, \omega t - \alpha'_{kn}),$$
(6)

ایا کانت قیمة 4.

: كالآتي العلاقة (6)كالآتي $\mu=0$ عند $\psi=0$ مساوية وثم الى $\pi/2$ تكتب العلاقة (6)كالآتي

$$3 V(-I_{kn-1}\cos\varphi_{kn-1} + I_{kn+1}\cos\varphi_{kn+1}) = -I_c U_{cknm}\sin\alpha_{kn}$$

$$3 V(I_{kn-1}\sin\varphi_{kn-1} - I_{kn+1}\sin\varphi_{kn+1}) = I_c U_{cknm}\cos\alpha_{kn}.$$

بتربيع المعادلتين الماضيتين وباضافة حد الى حد اخذين العلاقتين (1) و (5) بالنظرة المعلومة ينتج :

$$I_{kn-1}^2 + I_{kn+1}^2 - 2I_{kn-1}I_{kn+1}\cos(\varphi_{kn-1} - \varphi_{kn+1}) = \left(I_1\frac{2}{k^2n^2-1}\right)^2$$
 (7)

نتبع الطريقة نفسها لزاوية ψ تختلف عن الصفر التي تعطي باخذ العلاقتين (2) و (5) بالنظرة المعلومة

$$I_{kn-1}^{2} + I_{kn+1}^{2} - 2 I_{kn-1} I_{kn+1} \cos (\varphi_{kn-1} - \varphi_{kn+1} + 2 \psi)$$

$$= \left(I_{1} \frac{2 \cos \psi}{k^{2} n^{2} - 1} \sqrt{1 + k^{2} n^{2} \operatorname{tg}^{2} \psi} \right)^{2}.$$
(8)

بأستخراج حدود العلاقتين (7) و (8) وبعد التبسيط نحصل على

$$I_{kn-1} I_{kn+1} \sin \left(\varphi_{kn-1} - \varphi_{kn+1} + \psi \right) = I_1^2 \frac{\sin \psi}{k^2 n^2 - 1}. \tag{9}$$

لكي تكون هذه المساوة مدققة ان كانت قيمة 4 ، يجب ان

 $\varphi_{kn-1} = \varphi_{kn+1} .$

عندئذ تصبح العلاقات (7) و (9):

$$(I_{kn-1} - I_{kn+1})^2 = \left(I_1 \frac{2}{k^2 n^2 - 1}\right)^2$$

$$I_{kn-1} I_{kn+1} = \frac{I_1^2}{k^2 n^2 - 1}.$$

بالحصول على الفرق بين القيم الفعلية للتوافقيين وحاصل الضرب لهما . نستنتج منهما بسهولة القيمة لكل منهما

$$I_{kn-1} = \frac{I_1}{kn-1}; \quad I_{kn+1} = \frac{I_1}{kn+1}.$$

للتوافقات الموجودة قيمة تتناسب عكسيا مع فئتهما .

$$I_h = I_1 / h$$
.

تنطبق هذه العلاقات على المنظومات بثنائيات وعلى المنظومات بثايرسترات . وعلى مجموعات المنظومات بثنائيات وعلى المجموعات بثايرسترات على شرط ان يكون التأخير للاشتعال نفسه لجميع المقومات ببوابات .

2.1.10 منظومات مختلفة

ان الجهد المقوم u من الخروج لمنظومة $^{\rm PD}$ المختلطة (انظر الجزء 2.11) هـو مجموع الجهود $u_{\rm c2}$ و المساوية $u_{\rm c2}$ $v_{\rm N}$ التوالي $u_{\rm c2}$ و المساوية $u_{\rm c2}$ والمساوية $u_{\rm c3}$ التوالي .

تكون القدرة الآنية المسحوبة من المصدر مساوية مجموع القدرة $u_{c1}\ I_c$ والقيار المطابق للقدرة $u_{c2}\ I_c$ والتيار المتناوب هو نتيجة التيار المطابق للقدرة $u_{c2}\ I_c$ والتيار المطابق للقدرة $u_{c2}\ I_c$

أ) عند ψ مساوية صفرا ، تكون الجهود المقومة الجزئية متفقة الطور .

اذا كان العدد μ زوجيا و μ = μ ، للجهود μ و μ ذات الدرجة μ نفسها (من جهة اخرى مساوية μ) شكل الموجة نفسه وتكون متفقة الطور . التيار الممتص، مجموع التيارات المطابقة للجهدين μ μ μ . هو مجموع تيارين متفقى الطور

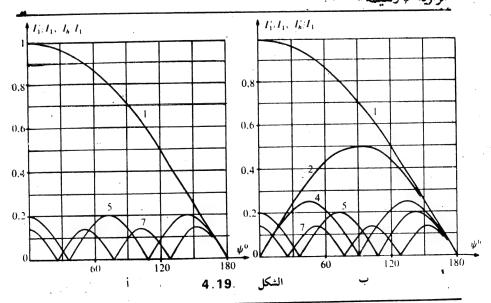
$$I_1 = I_c U_{c0}/3 V$$
; $I_h = I_1/h$, set $h = kn \pm 1$.

عندما تختلف الزاوية ψ عن الصفر ، للتيارين المضافيين شكل الموجة نفسه لكنهما مزاحان بزاوية ψ عن مستوى الاصلي . لايجاد القيم الجديدة I_1 او I_1 للاصلي التوافق h يجب اضافة حدين جيبيين بقيمة $I_1/2$ او $I_1/2$ مزاحين عن بعضهما بزاوية ψ او بزاوية ψ

$$I'_1 = I_1 \cos(\psi/2); \quad I'_h = I_h \cos(h\psi/2)$$
 (11)

بدلالة النائل بدلالة بدلالة

يعطي الشكل 19 أتغيرات النسب الزاوية ψ ولقيمة 6 6



π/n عند ψ مساوية الصفر ، تكون الجهود المقومة الجزئية مزاحة بزاوية

اذا كان العدد p فردياً ، تكون الجهود u_{c1} و u_{c2} ايضا لدرجة n مساوية للعدد p ولكن عند u_{c} عند u_{c} موجاتهما مزاحة بزاوية u_{c} ويكون عند ئذ u_{c} عند الصفر ، يكون الجهد u_{c} بدرجة u_{c} وحاصل الضرب u_{c} المتناوبة لسرعة زاوية من مضاعفات u_{c} .

عندما تكون ψ صفراً . تكون مركبتنا الاصلي متفقتي الطور وتكون المركبتان للتوافقات من رتبة $kn\pm 1$ مزاحتين بزاوية $kn\pi/n$

اذا كانت ψ لاتساوي صفراً ، تكون مركبات الاصلي مزاحة بزاوية ψ وتلك للتوافق h بزاوية μ ومنه قيم الاصلي والتوافقات للتيار الكلي

$$I'_1 = I_1 \cos \frac{\psi}{2}; \quad I'_{kn\pm 1} = \frac{I_1}{kn\pm 1} \cos \left[k \frac{\pi}{2} + (kn \pm 1) \frac{\psi}{2} \right]$$
 (12)

يعطي الشكل 4.19 تغيرات التيارات I_1' ، I_4' ، I_4' و I_5' بدلالة الزاوية n=3

ج) ملاحظات

- تطبق العلاقات (11)(12)على المنظومات المختلطة بتبديل توالي. وتطبق كذلك على التجميع لمنظومتين مقومتين على التوالي واحدة بثنائيات والاخرى بثايرسترات التي تعطي عند √ بقيمة الصفر جهد من الدرجة نفسها ومن القيمة نفسها كالاولى.
- كاحادي الطور، تمتص المنظومة PD2 بالإضافة للاصلي جميع التوافقات الفردية تعطى قيم هذه التوافقات من خلال العلاقة (11)

2.1V . مقارنة المنظومات واختيارها

1.2. IV ملاحظات عامة

يبين هذا الفصل كيفية استنتاج مميزات المنظومات المقومة بنايرسترات من تلك للمنظومات المقومة بثنائيات المستعملة لنفس المخططات .

للمنظومات كلها ثايرسترات . يكون التأثير لتاخير القدح دوماً نفسه .

يحافظ الجهد المقوم على الدرجة n نفسها . ترتبط قيمته المتوسطة U'_{c_0} مع تــلـــك التي لدينا مع الثنائيات U_{c_0} من خلال

 $\boldsymbol{\mathcal{U}}_{c_0}' = \boldsymbol{\mathcal{U}}_{c_0} \cos \psi :$

- المنظومة قابلة للانعكاس
- لتيار مستمر مقطع معين ، لاتعتمد ، تيارات ملفات المحولة وخطوط التغذيـــة وبناءاً عليه المفاقيد جول المطابقة ، على الزاوية ψ ، كلما كان المعامل | ψ cos لمنخفضاً كانت معاملات القدرة والكفاءة سيئة .

للمنظومات المختلفة

للجهد المقوم قيمة متوسطة

$$\boldsymbol{U}_{c_0}' = \boldsymbol{U}_{c_0} \frac{1 + \cos \psi}{2} :$$

- المنظومة غير قابلة للانعكاس
- يكون الجهد المقوم بدرجة *ووان كان العدد وفردياً*
- لتيار مستمر معين ، عندما يقل U_n ، تقل تيارات الملفات وتيارات الخطوط للمنظومات S3 وS3 وS3 وS3 وكان هذا النقصان المفيد نفسه ، لكن يقل النقصان في حالة المنظومات S3 عندما يزداد العدد S3 في حين يدوم النقصان للمنظومات S3

تبين المميزة العامة لهذه الملاحظات ان الاسباب المذكورة لارشاد الاختبار للمنظومات المقومة بثنائيات تكون ايضاً صحيحة تقريباً للمنظومات بثايرسترات لكن يجب الاشارة الى اننا لانزال نتردد باستعمال عدد اكبر من الثايرسترات عن الثنائيات لان ثايرسترمخ دائرة قدح اعلى من ثنائي بسيط .

أ) منظومات مغذاة من شبكة احادية الطور

اذا كان من الضروري ان تكون المنظومة قابلة للانعكاس نستعمل PD2 كلها ثايرسترات واذا كانت قابلية الانعكاس غير ضرورية ، نستعمل المنظومة PD2 المختلطة وتستعمل المنظومة P2فقط في حالة القيم الواطئة للجهد المقوم .

ب) منظومات قابلة للانعكاس مفذاة من شبكة ثلاثية الطور.

بمنظومات قابلة للانعكاس اذن كلها ثايرسترات ، تكون الاختيارات عملياً نفسها كما في المنظومات بثنائيات . لاتستعمل المنظومة P3 الافي قدرة منخفضة جداً . وتتطابق المنظومة PD3 والمنظومة S3 مع اغلبية الاحتياجات . لجهد منخفض نلجىء الى « نجمة مزد وجة » . ماعدا حالة كون القدرة المطلوبة كبيرة جداً بناء على قدرة الشبكة فأننا ننتقل الى مخططات بعدد 12 ثايرستر ، PD3 مجمعة الى منظومة واحدة S3 أو 4 منظومات على التوازي .

ج) منظومات غير قابلة للانعكاس مغذاة من شبكة ثلاثية الطور.

عندما تكون قابلية الانعكاس غير ضرورية ، نستطيع النظر بأستعمال المنظومات المختلطة ولكن يصبح الجهد المزود من خلال المنظومة PD3 والمنظومة S3 المختلطة من الدرجة $\,^{8}$ عندما تبتعد قيمة $\,^{4}$ عن الصفر ولوكان تسوج الجهد مقبولاً من الحمل فان التوافقات المأخوذة من الشبكة هي التي تجعل هذه المنظومات غير مستعملة الافي القدرة المنخفضة . للقدرات المنخفضة أو المتوسطة نستعمل المنظومة PD3 أو المنظومة S3 كلها ثايرسترات حتى وان كنا لانحتاج لقابليتها للانعكاس .

عندما تتطلب القدرة المطلوبة منا التمسك في التقصان للمفاقيد نستعمل غالباً منظومة S3 أو منظومة الله المنظومة الله الله الله المنظومة الكن تيار الابتدائي المسترات لله المنطومة الكلي وتكون التوافقات المرسلة الى الشبكة اقل من تلك المنظومة PD3 أو 33كلها ثايرسترات .

اذاكان هبوط الجهد لأربعة مقومات على التوالي المطابق لهذه المجموعة كبيراً جداً نلجأ الى منظومة S6مختلطة تعطي هي كذلك جهداً مقوماً بدرجة 6 في حاله التشغيل بالجهد التام يكون اداء المنظومات الاخيرة أقل ولكن عندما يزداد التأخير لأعادة التوصيل ينقص التيار الثانوني في الوقت نفسه كالتيار الابتدائي

3.1V. عرض نبضات القدح

الفترة الزمنية للاشارة المسلطة على بوابة الثايرستر من أجل تأمين ادخاله في حالة التوصيل عندما يكون جهده مصعد – محيط موجباً. يمكن ان تكون قصيرة جداً من 2 الى 5 مايكرو ثانية تبعاً لعيار المقوم . لكن لكي يستطيع ثايرستران يصبح فعلياً موصلاً يجب انشاء الوصل الوحيد الواجب انشائه في الدائرة والذي كان مغلقاً ، والحالة هذه ليست دوماً حالة المنظومات المقومة المتعددة الاطوار وعندئذ احتياطات خاصة تصبح ضرورية

1.3.IV منظومات لاتحتاج الالنبضات قصيسرة : –

في المنظومات بتبديل توازي ، ينغلق التيار المقطع بواسطة الثايرستر الموصل على نفسه خلاك الحمل والموصل الحيادي (neutral conductor) لا يحتاج القدح الالوجود جهد مصعدي موجب في لحظة الارسال لنبضة القدح

وكذلك في حالة المنظومات المختلطة بتبديل توازي مزدوج اوتوالي . تتم عودة التيار المقطع خلال الثايرستر الموصل من خلال الثنائي للمبدل الاكثرسلبية .

تحتاج المنظومات كلها ثايرسترات بعدد اطوار زوجي الى الاشعال المتزامن (القدح المتزامن للجهدين المتناقصين مباشرة نستعمل لهذين المقومين مولد النبضات نفسه (pulses generator) لكن الاخير ينقل اشاراته خلال محولة يثاتويين، ثانوي لكل من المقومين الواجب قدحهما تزامنياً

المشكلة الوحيدة التي تنتج عن النبضات للانواع الثلاثة للمنظومات هي الحاجة لتحاشي الارسال الذي ليس في اوانة للنبضات عند التشغيل في التوصيل غير المستمر.

اذا كان للحمل قوة د افعة كهربائية عكسية (انظر التمرين 2 ، مثلاً) واذا كانت قيمة التيار المقوم احياناً صفراً ، فالارسال للنبضات مع زاوية تأخير ψ مقاربة للصفر خطر من ان تجد الثايرسترات بجهد مصعدي سالب .

من أجل عدم تقليل منطقة التنظيم نستطيع اللجوء الى اشارات تحكم عريضة (فترة تبدء من الحظة المطابقة الى ψ بقيمة صفرحتى اللحظة التي يكون بها قيمة الجهد الواجب تقويمة عظمى) يمكن كذلك استعمال الجهد المصعدي لتوليد اشارات التحد

الجهد المقوم مصعد مهبط، المحدد بواسطة ثنائي زنر Zenerdiode ، يشحن متسعة C عبر مقاومة R. عنداما يصبح الجهد على اطراف المتسعة C كافياً نفرغ C بواسطة ترانزستر C أو أي جهاز ذو انهيار avalanche في الوصل بين البوابة والمهبط بالتأثير على ثابت الزمن R تنظيم التأخير بين اللحظة حيث يستطيع الثايرستران يوصل واللحظة حيث نتركه يوصل .

2.3.IV منظومات كلها فايرسترات بعدد اطوار فردي .

تكون المقومات ، في المنظومات كلها ثايرسترات بتبديل توازي مزدوج أو بتبديل توالي والحاوية على عدد اطوار فردي ، موصلة بصورة منفردة كل فترة T/2q . يفرض الآد حال لمقوم في حالة التوصيل على ان يكون المقوم للسلسلة الإخرى . موصلاً فعلاً .

اذا تأكدنا من ان التوصيل سيكون دوما مستمرا ، نستطيع الاكتفاء بحيلة لضمان الاستعمال للمنظومة ، مثلا ، وضع مقاومة عالية على التوازي مع كل من المقومات لكل سلسلة .

وبشكل اخر ، اذا وجب اشتغال المنظومة بتوصيل غير مستمر ، عندئذ يجب اللجـوء الى احد الحلول التالية .

تحكم بواسطة موجات مستطيلة

نعطي للاشارات (Signals) المرسلة على البوابات عرض اكبر من π/q عندما نقدح ثايرستر نتأكد من ان دائرة البوابة لدائرة التحكم للمقوم من السلسلة الاخرى ايضا مغذاة والحالة هذه اذا لم يكن الثايرستر موصل فانه سيبدأ التوصيل في الوقيت نفسه كالاول

يستبعد احيانا هذا الحل وذلك اما بسبب التبديد (dissipation) العالمي لدوائر التحكم اوبسبب صعوبة ارسال موجات مستطيلة عريضة عبر المحولات واما بسبب المساويء المرتبطة مع الاشارات العريضة في حالة التشغيل كمغير (انظر التمرين 3).

طريقة نبضة تأكيد التوصيل

عندما نرسل نبضة قصيرة لقدح مقوم . نرسل في الوقت نفسه نبضة على الثايرستر الذي دخل طبيعيا في حالة التوصيل مسبقا . فاذا كان الاخير اصلا موصل فان نبضة التأكيد هذه تكون عديمة الفائدة والا تسبب القدح لهذا المقوم في الوقت نفسه كذلك للمقوم الذي بدا التوصيل .

تحتاج هذه الطريقة محولات ارسال نبضات بثانويين .

سنجد المشكلة نفسها بدراسة منظمات فولتية التيار المتناوب ثلاثية الطور (Three – Phase A. C Voltage Regulators)

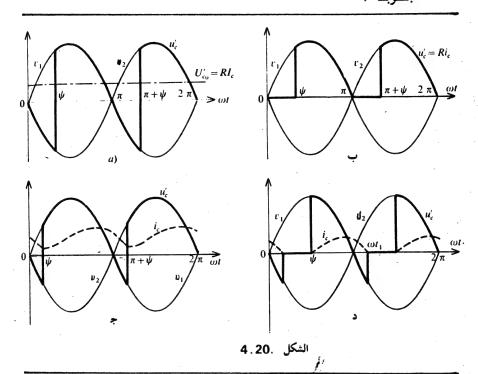
تمارين الفصل الرابع

قرين 1 تأثير مفاعلة حمل مقاومي ومحاثي على مميزة التنظيم للجهد المقوم . $V_m \sin \omega t$ et $-V_m \sin \omega t$ وتقطع منظومة تقويم P2 بثايرسترات تقوم جهدين $V_m \sin \omega t$ et $-V_m \sin \omega t$ وتقطع على حمل مقاومي ومحاثي ذي ثوابت R و L .

وارسم ممينزة U'_{c_0} احسب ، بدلالة الزاوية ψ ، قيمة الجهد المقوم المتوسطة $U'_{c_0}=f(\psi)$ التنظيم $U'_{c_0}=f(\psi)$

بین تعبیر التیار المقوم
$$_{i}$$
 سننظر فی العالات الثلاثة التالیة :

(pure inductive load) محمل محاثی صرف (pureresishive load) بنسبة $_{i}$ مساویة $_{i}$ الله $_{i}$

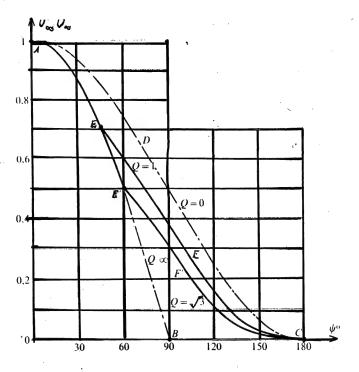


$$T~2=\pi/\omega$$
 الكل من u_c وره بقيمة U_c بقيمة الكل من U_c محمل محاثي صرف $U_{c_0}'=\frac{2}{\pi}~V_m\cos\psi=U_{c_0}\cos\psi$ (عبيرة $u_c=\frac{U_{c_0}'}{R}$.

ر مميزة
$$O(R)$$
 على الشكل (4.21).
$$U_{co} = U_{co} \frac{1 + \cos \psi}{2}$$

$$0 < \omega i < \psi$$
 عند $i_c = 0$

$$\psi < \omega i < \pi$$
 عند
$$i_c = V_m \frac{\sin \omega i}{R}$$



الشكل . 4.21

ج) حمل مقاومي ومحاثي

$$X = \sqrt{L^2 \omega^2 + R^2}$$
 $Q = \frac{L\omega}{R} = \lg \varphi$.

، (ج 4.20) (Contineous Conduction) (الشكل 4.20) (
$$\psi < \varphi$$
 اذا

$$U_{c_0}' = U_{c_0} \cos \psi$$

$$i_{c} = \frac{V_{m}}{Z}\sin(\omega t - \varphi) + 2\frac{V_{m}}{Z}\sin(\varphi - \psi)\frac{e^{-\frac{\omega t - \psi}{Q}}}{1 - e^{-\frac{\pi}{Q}}}$$
 with $\psi < \omega t < \pi + \psi$.

يطابق هذا التشغيل الجزأين 'AE و AE من المنحنيات

ر الشكل (discontinue Conduction) و الشكل 4.20 ج
$$\varphi$$
 عند π عند π عند π

$$U_{c_0} = U_{c_0} \frac{\cos \psi - \cos \omega t_1}{2}$$

$$\frac{\sin(\omega t_1 - \psi)}{\sin(\psi - \varphi)} = e^{\frac{\psi}{Q}} \frac{\omega t_1}{Q}$$

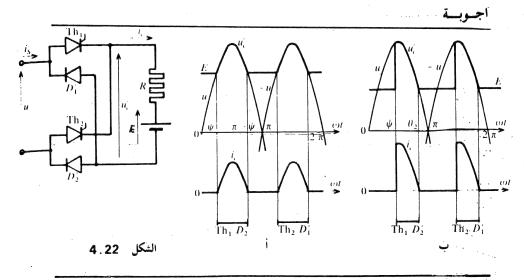
$$i_c = \frac{V_m}{Z} \left[\sin(\omega t - \varphi) - \sin(\psi - \varphi) e^{-\frac{\omega t}{Q}} \right]$$

4.21 لشكل E'F'C' و EFC

تمرين 2. تقطيع لقنطرة مختلطة على حمل . E.R.

نستعمل قنطرة احادية الطور مختلطة بثنائيين وبثايرسترين من اجل شحن بطارية من 48 فولت ذات مقاومة داخلية بقيمة 1.2 اوم . نريد ان نشحن بتيارمتوسط الميمة 10 امبير .

- أ) في نهاية الشحن ، تكون القوة الدافعة الكهربائية ٤ للبطارية بقيمة 60 فولت .
 ماذا يجب ان تكون القيمة الفعلية ١ للجهد الثانوي للمحولة ؟ ما هي عندئذ قيمة التيار الفعلي الثانوي / ؟



مع

أ) تشغيل بجهد مقوم اقصى (الشكل 4.22 أ)

 $U_m \sin \psi = E$. $\frac{\pi}{2} RI_c = U_m \cos \psi - E\left(\frac{\pi}{2} - \psi\right)$.

.

 $\psi = 40^{\circ} 2$; U = 65.8 V; I = 15.1 A.

ب) تشغيل في بداية الشحن (الشكل 4.22 ب)

 $E + RI_c = \frac{1}{\pi} [E(\psi + \pi - \theta_2) + U_m(\cos \psi - \cos \theta_2)], \ i \stackrel{\text{L}}{\smile} : U_m \sin \theta_2 = E.$ $\psi = 91^{\circ}; \qquad I = 17.5 \text{ A}.$

(Revers able Speed Regulater) تمرين 3 منظم سرعة قابل للانعكاس

 $(I_c = 0)$ ما هي سرعة اللاحمل (يمكن اهمال $\psi = 0$) ما الله حمل (يمكن اهمال $I_c = 15\,\mathrm{A}$) وسرعة الحمل التام ($I_c = 15\,\mathrm{A}$) للمحرك ?

سنفرض على ان التحكم بالثايرسترات يتم من خلال اشارات بعرض اكبر من 900 ناقش تأثير طبيعة اشارات القدح

مولد يجهز تيار بقيمة بالاسترداد مع $\underline{\psi}=150^\circ$ ماهي سرعة الماكنة عندما تشتغل كمولد يجهز تيار بقيمة $\frac{15}{1}$ امبير ؟

ناقش تأثير طبيعة اشارات القدح

اجوبسة

تشغيل كمقوم بانفراج تام

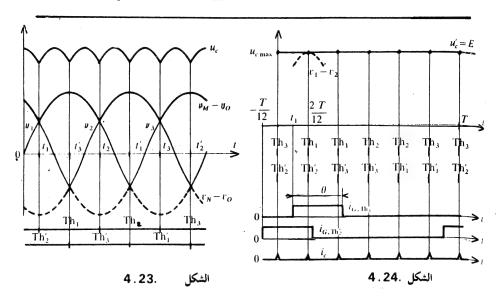
أ) توصيل مستمر

بواسطة منظومة PD3 نقوم ثلاثة جهود نجمية الشكل باتساع

$$V_m = 220 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 180 \text{ V}.$$

اذِا كَانَ التوصيل المستمر مؤكدا (دائما يوجد مقوم من كل سلسلة في حالية توصيل)، عندما تكون ψ صفرا ، يتكون ψ من ست قمم جيبية (الشكل 4.23).

$$U_{c_0} = 297 \text{ V}$$
; $u_{c \min} = 270 \text{ V}$; $u_{c \max} = 311 \text{ V}$.



ب) تشغیل بتیار مهمل

$$u_c' = E + Ri_c + L \frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}i}$$

لايمكن ان يكون الا ذا قيمة موجبة او صفرا ، فاذا كانت قيمته المتوسطة $E=u_{\rm cmax}$ الشكل $E=u_{\rm cmax}$ صفرا ، يكون دوما صفرا ، اي ان $E=u_{\rm cmax}$ (الشكل $E=u_{\rm cmax}$

 $(N)_{I_c=0} = 3 110 \text{ tr/mn}$.

ج) شرط يفرض على اشارات التحكم

يذكر النظام بتيار ، لم مهمل بذلك لشحن متسعة مربوطة على التوازي مع مقاومة كبيرة جدا (انظر الفصل2في الجزء ، (4.3.11).

t = 2T/12 المنظومة ان ترسل كمية من الكهرباء للمحرك في اللحظة ان ترسل كمية من الكهرباء للمحرك في المنظومة ان ترسل كمية من الكهرباء للمحرك في المنظومة ان ترسل كمية من الكهرباء المنظومة ان ترسل كمية من الكهرباء المنظومة ان ترسل كمية المنظومة ان ترسل كمية ان ترسل كمية من الكهرباء المنظومة ان ترسل كمية ان ترسل كمية

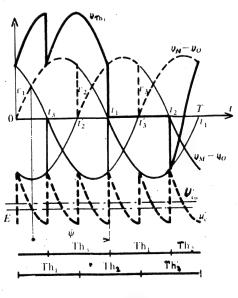
 Th_1 و Th_2 و Th_2 و Th_3 و Th_4 و Th_4 و Th_5 و Th_5 و Th_5 و Th_5 و Th_5 و Th_6 و

د) حد التوصيل المستمر

ه) تشغیل بالتیار الاسمی

$$N = \frac{297 - 1 \times 15}{0.1} = 2.820 \text{ r.p.m}$$

تشغيل كمغير بزاوية "150" = \ الشكل 4:25



الشكل 4.25

نتحقق بان التوصيل المستمر مؤكد

ب) اشارات القدح

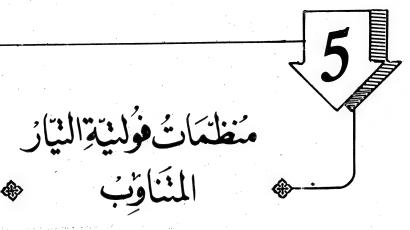
اذاكانت θ آكبر من θ 0 لاتكون مزعجة ما دامت θ اقل من θ 120، والإسنستمر بتغذية بوابة الثايرسترات خلال فترة قصيرة حيث يكون جهدها المصعدي سالبا تسمح اشارات التحكم العريضة بالتشغيل في حالة التوصيل غير المستمر عندما يكون الفرق θ 5 يكون الفرق عير كاف

ملاحظة

التحكم المثالي لهذه المنظومة (انظر الجزء ٤١٧ 3 3) هو التحكم بنبضة مزد وجة ـ عندما نرسل اشارة القدح على المقوم . نرسل في الوقت نفسه اشارة للتأكيد على بوابة ذلك الذي هو بحالة توصيل .

هكذا عندما نقدح Th_1 نرسل ایضا تیار علی بوابة الثایرستر Th_2 . كذلك بعد تقدح Th_3 نقدح Th_3 ونؤكد التوصیل للثایرستر Th_4 .

في هذه الشروط . ومع اشارات بعرض مساوي الى 60° . تأكدنا من التشغيل للقنطرة في حالة التوصيل المستمراو غير المستمر لجميع القيم للقوة الدافعة الكهربائية E الاقل من $u_{\rm cmax}$



(A. C Voltage Regulator)

تستطيع الثايرسترات التحكم بالتيار المقطع من مصدر الى حمل وتنظيمه. تستطيع تأمين الوصل الثابت بين المصدر والحمل ثم قطعه، وهذا هو التشغيل كقاطع للتيار، وتستطيع ايضاً اعادة هذا الوصل تناوبياً وبهذا يتم تنظيم شدة التيار الذي يقطع الى الحمل من المصدر، وهذا هو التشغيل كمنظم لفولتية التيار المتناوب.

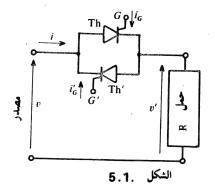
سنحدد انفسنا في هذا الفصل في حالة كون المصدر يجهز جهداً متناوباً. حالة المنظومات المغذاة بتيار مستمر ستفحص في الفصل التالي.

يتكون عنصر الأساس من ثايرسترين مربوطين باتصال متشابك (تقول ايضاً بشكل توازي متعاكس أو راساً لقدمين) وموضوع بين المصدر والعمل (الشكل 1-5)

ا. تشغيل كقاطع للتيار Inter RUPTOR

1.1. مبدأ

يبين الشكل 5.1 الثايرسترين 'Th و Th اللذين يسمحان بأقامة الوصل بين المصدر والحمل أو قطعة .



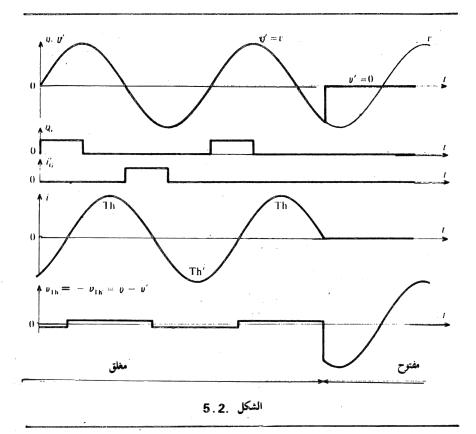
اذا ارسلنا اشارة القدح في بداية نصف الموجة لجهد التغذية vعلى بوابة الثايرستر Th واشارة موجبة في بداية نصف الموجة السالب للجهد vعلى بوابة الثايرستر Th فالمتناوب v يمر مرة من خلال v ومرة أخرى من خلال قاطع التيار مفلق ، واذا اهملنا هبوط الجهد المباشر للمقومات ، جهد اطراف العمل يكون v'=v

و لكي يستطيع التيار ان يمر فعلياً في حالة كون موجته مزاحة بزاوية ، φ مساوية لزاوية الطور للحمل (Charge argument)نسبة الى موجة الجهد ، يجب أن تكون اشارة القدح ايضاً مسلطة على بوابة الثايرستر Th عندما يريد التياران يمر من خلال Th ويجب ان تكون البوابة G ايضاً مغذاة عندما يصبح التيار سالباً . هذا يفرض :

- _ أما ارسال اشارة قدح عريضة جداً (900 اذا كان الحمل محاثياً وبزاوية طور كثيرة التفيير ، مثلاً حالة المحركات).
- _ أما ارسال وبصورة مستمرة عدة نبضات متناوبة وبتردد عالي على البوابات.
 - _ اما تغذية البوابات من جهود المصاعد.
- اذا الفينا اشارات القدح للبوابات، ينطفيء الثايرستر الموصل عندما يصبح التيار ، مساوياً للصفر، والاخر لا يستطيع الاشتعال، يكون قاطع التيار مفتوحاً:

$$i = 0 \qquad v_{Th} = -v_{Th}, = v$$

يبين الشكل 52 النظامين. فرضنا ان التحكم قد تحقق بواسطة موجات عريضة وعلى ان الحمل محاثي. لقد بالفنا بقيمة هبوط الجهد في الثايرستر الموصل.



1.2. فوائد ومساويء Advantges عاد الله عليه (Advantges and disadvantges

فوائد قاطع التيار الساكن (Static interruptor) واضحة :

- لايوجد خطر من الطفرة
- يكون نمو التيار تقريباً انياً اذا تم التحكم بواسطة اشارات عالية التردد او بواسطة
 جهد المصعد .
 - فتح مع تاخير بقيمة قصوى مساوية لنصف دورة .
 - فتح وبدون انقطاع للتيار ، اذن بدون زيادة الجهد (over voltage)

- امكانية تنظيم التشغيل بسرعة عالية نستطيع منع مرور التيار الاخلال عدة انصاف دورات للتيار المتناوب وهذا مهم جداً لعملية اللحيم بالنقاط على سبيل المثال . لكن هذا القاطع الساكن للتيار
- يكون اكثر هشاً من القاطع الكهرومغناطيس للتيار electromagnetic) interruptor)
 - لايقدم قطعاً واضحاً .
 - ينتج عنه هبوطاً مرتفعاً جداً بالجهد بسبب التماس (contact)

الاسباب التي تؤدي في اغلب الاحيان لتبني استعمال هذه القواطع الساكنة للتيار هي خصوصاً غياب زيادة الجهد اثناء القطع وامكانية دورات سريعة للفتح – والاغلاق

3.1 بدائل . احادية القطب . تراياك . (Triacs)

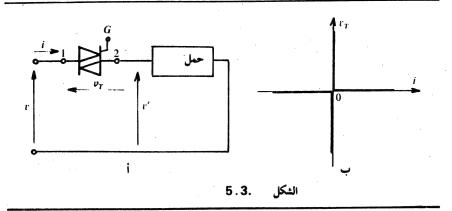
1.3.1 ترايساك

التراياك اوثايرسترثنائي الاتجاه يجمع الثايرسترين المربوطين رأَساً لقد مين على عنصر واحد . يبين رسمه التخطيطي (الشكل 5.3 أ) اقطابه الاساسية 1 و والبوابسة الوحيدة G

بعد مرحلة الاطفاء ،التراياك يبقى معزولاً عندما تسلط عليه جهداً موجباً اوسالباً بين الاطراف او 2 ويكون التيار ، صفراً في حالة اذا لم تجتز جهد الاطفاء بتيار صفر.

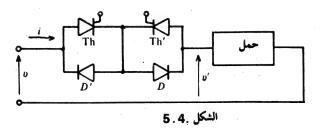
عندما نرسل نبضة بين الاطراف G و G سواء كان الجهد T موجباً امسالباً . التراياك يصبح موصلاً ويسمح بمرور التيار T في الاتجاه الذي يسمح به الجهد . في هذه الحالة يسلك التراياك سلوك الثنائي ، ولايستعيد حالته للاطفاء الا اذا اصبحت

قيمة التيار ، سواء كان موجباً ام سالباً بقيمة صفر (قارن مميزته النظرية الشكل 5.3 ب مع تلك للثايرستر الشكل 2.4) وحدانية البوابة G تسهل كثيراً التحكم .



· 2·3·1 - منظومات اخرى احادية الطور

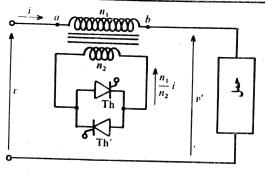
نستطيع – لقدرات كبيرة جداً عندما يكون الجهد. ٧ كافياً لجعل هبوط الجهد في المقومين الموصلين المربوطين على التوالي مقبولاً – استعمال مخطط الشكل 5.4 بثنائيين وبثايرسترين



يمر نصف الموجة الموجب للتياراً خلال الثايرستر Th والثنائي D ويمر النصف السالب للموجة خلال D' D'

تبين هذه المنظومة فائدة ربط مهابط الثايرسترين التي تسهل عملية التحكم بهما وفي حالة التشغيل كقاطع للتيار تسمح بتسليط اشارة التحكم على البوابتين نفسها

بالجهد العالي نستطيع نجاز قاطع للتيار «غير مباشر» او محولة وسطية (الشكل 5.5) يربط الثايرسترين بصورة متعاكسة في الثانوي لمحولة خافضة الجهد – step down) transformer).



الشكل .5.5

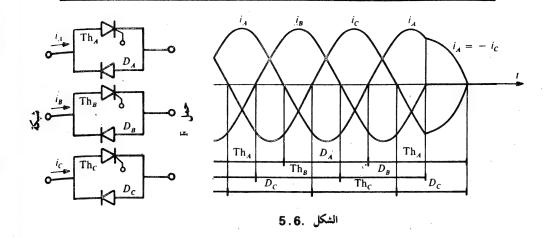
عندما تكون الثايرسترات موصلة ، فالامبير – لفة الثانوية للمحولة توازن الامبير ولفة الابتدائية ولاتجد بين النقطتين a والاممانعة المحولة مع ثانوي بدائرة قصيرة وتكون هذه المانعة بقيمة مهملة مقابل تلك للحمل ويختلف الجهد v قليلاً جداً عن

عندما تكون الثايرسترات غير موصلة ، فالممانعة المربوطة على التوالي مع الحمل هي الممانعة المغاطيسية للمحولة . لايمر بالحمل الا التيار المغناطيسي ويختلف الجهد v_a-v_b قليلاً عن الصفر .

1. 4. قواطع ثلاثية القطب Tripolaire Interruptor

ليس من الضروري استعمال ثلاث قواطع تيار احادية القطب للشبكات ثلاثية الطور مثل تلك التي سبق وان رايناها . بل نستطيع الاكتفاء بثايرستر واحد وثنائي واحد لكل طور (الشكل 6.6)

تتحكم الثايرسترات بذهاب التيارات ندهاب التيارات وتؤمن الثنائيات عودتهم عندما نلغي ارسال اشارات القدح، ينتهي القطع عندما يتصفر التيارفي الثايرستر الموصل اخيراً.



11 . تشغيل كمنظم لفولتية التيار المتناوب وحيد الطور

تسمح المنظومة في الشكل 1 ومغيراتها كذلك بتنظيم القيمة الفعلية 1 الذي يغذى من مصدر جهد متناوب معين الى حمل معين لايختلف هذا التشغيل كمنظم لفولتية التيار المتناوب عن التشغيل كقاطع للتيار الامن خلال وسيلة التاثير على البوابات! بدلاً من تسليط او الغاء اشارات القدح ، تغير الطور لهذه الاشارات.

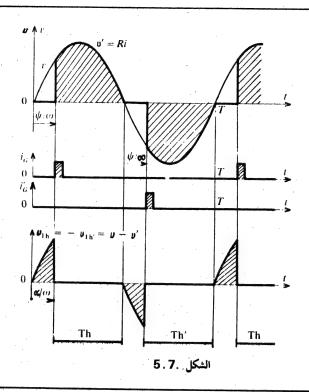
1.11 حالة حمل مقاومي صرف

نفرض اولاً بان الحمل في الشكل 5.1 مقاومة صرفة R. اذا بدلاً من قدح الثاير الثايرستر Th في بداية النصف الموجب للجهد v لا نرسل نبضة التيار على بوابته الافي اللعظة $\psi/\omega = t$ فالثايرستر v لا يصبح موصلاً الا عندما تكون $v < \infty t < \infty$ (الشكل 5.7)

كذلك بتغييرالطور لنبضة البوابة للثايرستر 'Th ستقطع وبالطريقة نفسها بداية النصف السالب لموجة التيار ، ، اذن نستطيع وبالتأثير على المنتظم زمن التوصيل للمقومات ومن هنا تنظيم القيمة الفعلية / للتيار المتناوب ،

اذا اهملنا هبوط الجهد للثايرستر الموصل.

$$\pi + \psi < \omega t < 2\pi$$
 $y < \omega t < \pi$ is $i = \frac{V_m \sin \omega t}{R}$



$$I^{2} = \frac{1}{\pi} \int_{\psi}^{\pi} \frac{V_{m}^{2}}{R^{2}} \sin^{2} \omega t \, d\omega t$$

$$= \frac{V_{m}^{2}}{R^{2}} \left[\frac{\omega t}{2 \pi} - \frac{\sin 2 \omega t}{4 \pi} \right]_{\psi}^{\pi}$$

$$= \frac{V_{m}^{2}}{R^{2}} \left(\frac{1}{2} - \frac{\psi}{2 \pi} + \frac{\sin 2 \psi}{4 \pi} \right)$$

او يتوضيح القيمة V/R التي يكون عليها 1 عندما نربط مباشرة المصدر الى الحمل

$$I = \frac{V}{R} \sqrt{1 - \frac{\psi}{\pi} + \frac{\sin 2\psi}{2\pi}}.$$

بتغيير الزاوية ψ من الصفر الى π تتغير القيمة الفعلية I من ذروتها V/R الى الصفر

ملاحظات: -

عندما تكون قيمة الزاوية ψ محصورة بين π و π 2 تكون قيمة التيار π المحصورة المستمرة صفراً .

 $0-\varepsilon$ لىء 0-0لىء التجنب عدم الاستمرارية المفاجىء عندما تنتقل قيمة الزاوية من 0+0لىء 0-0تعطى الاشارات القدح عرضاً معيناً .

ا. 2 حالة حمل مقاومي ومحاثي

تقلل زاوية الطور φ للحمل التغير للزاوية ψ التي تؤمن مرور القيمة الفعلية χ من قيمتها القصوى الى الصفر .

. (5.8 الشكل φ و φ الشكل π و φ (الشكل ψ قيمتها محصورة بين π و φ (الشكل π يقدح الثايرستر π عند π بحيث π بحيث π بحيث π بدءاً من هذه اللحظة .

$$L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri = V_m \sin \omega t,$$

نعني من خلال R و 1 ثوابت الحمل .

للتيار i التعبير التالـي : -

$$i = i_f + i_l = \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t - \varphi) - \frac{V_m}{Z} \sin(\psi - \varphi) e^{-\frac{R}{L}(t - \frac{\psi}{\omega})}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} \qquad \text{for } g = \frac{L\omega}{R}.$$

الحد i_i سالب لان ψ أكبر من φ . اذن التيار i يتصفر وينطفىء الثايرستر عند i لان i . -

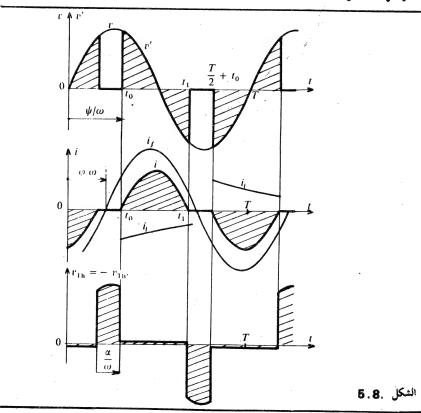
 $\omega t_1 < \pi + \varphi < \pi + \psi .$

في اللحظة $t_0 + (T/2) = \overline{t}$ يستلم النايرستر t_0 الذي على طرفيه جهداً موجبا v . v تياراً على البوابة ويصبح موصلاً ويمر نصف الموجة السالب للتيار t مشابه مع اختلاف العلامة لنصف الموجه الموجب .

يبين الشكل $v_{\rm Th}$ تحديد شكل موجة الجهد v' والتيار i والجهد $v_{\rm Th}$ في حالة رسم موجة الجهد $v_{\rm Th}$ بالفنا طوعاً بقيمة هبوط الجهد في المقوم الموصل .

عند $\pi \leq \psi$. تكون الثايرسترات دوما مطفاة لأننا نرسل اشارة القدح على بواباتها عندما يكون جهدها المصعدي سالباً . عند $\varphi = \psi$. يختفي الحد الاسمي exponential term لعلامة التيار i . ويكون التيار جيبياً ومماثلاً للتيار الذي نحصل عليه بربط المصدر مباشرة الى الحمل .

كذلك بتفيير قيمة الزاوية ψ من π الى φ . نزيد قيمة التيار الفعلية I من الصفر الى قيمتها القصوى V/Z



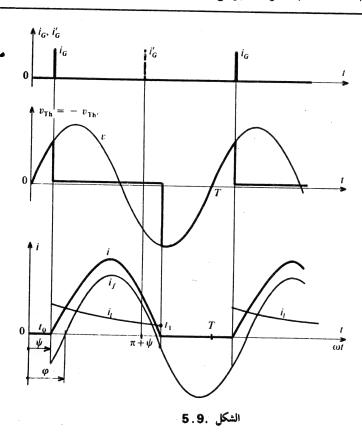
عندما تصبح الزاوية ψ أقل من φ . يعتمد التشغيل على طبيعة الاشارات المسلطة على البوابات .

_ حالة لنبضات بفترة قصيرة (الشكل 5.9)

اذًا الثايرستر Th هو الأول الذي يستلم نبضة قصيرة . . فانه يدخل حالة التوصيل . ويعطى التيار ن أيضاً من خلال العلاقة

$$i = i_f + i_l = \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t - \varphi) - \frac{V_m}{Z} \sin(\psi - \varphi) e^{-\frac{R}{L}(t - \frac{\psi}{\omega})}$$

 ωt_1 لكن الحدود i_r والتيار يتصفر عند $\pi+\psi$ تكون الأن بالاشارة نفسها ، والتيار يتصفر عند $\pi+\psi$ أكبر من $\pi+\phi$ أذن بالاحرى أكبر من



النبضة المرسلة على بوابة الثايرستر T_h' عند $\omega t = \pi + \psi$ تجده بجهد مصعدي سالب (هبوط الجهد في T_h الموصل يغير اشارته) ، اذن تكون عديمــة الفائــدة . عندما يصبح الجهد $v_{Th'}$ موجباً عند $t = t_1$ ، لا يوجد أي تيار على بوابة الثايرستر $v_{Th'}$

تشتغل المنظومة كمقوم بسيط تناوبي مع تيار خروج وحيد الاتجاه ، اذن بطريقة غير اعتيادية . بمرور ψ خلال القيمة φ ، يختفي نصف موجة للتيار ، فجأة مؤدياً الى انتقال القيمة الفعلية I للتيار من I الى I الى انتقال القيمة الفعلية I للتيار من I الى الى الله بالمناو القيمة الفعلية I للتيار من I الى الله بالمناو المناو المن

حالة لاشارات من عرض كاف (الشكل 5.10) نفرض من جديد بأن المقوم Th يدخل الأول في حالة التوصيل ويبقى موصلاً حتى اللحظة $t=t_1$ كما سبق .

عند $t=t_1$ عند ، ومبح الجهد على اطراف الثايرستر $T_{h'}$ موجباً وبوابته المغذاة منذ $t=(\pi+\psi)/\omega$. اذن يدخل هذا المقوم حالة التوصيل . يحافظ الحد i_1 لعلاقة التيار i_2 على العلاقة نفسها كما في حالة كون i_3 موصل .

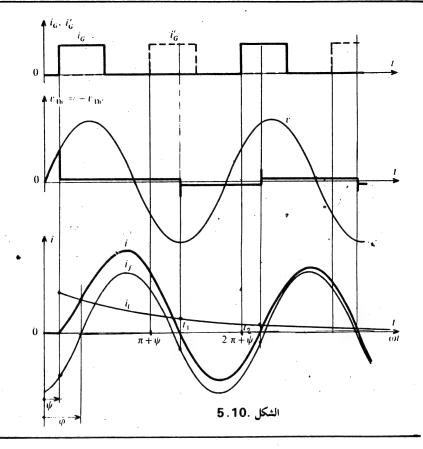
وسيكون كذلك عند $t=t_2$ عندما يصبح Th موصلاً . بعد عسدة دورات يختفي الحد i_i . ويمتزج التيار i مع الموجة الجيبية المثلة للتيار i .

مرور الزاوية ψ بقيمة اقل من φ يكون الآن بدون ضرر وتبقى القيمة الفعلية للتيار V/Z ، ويعمل منظم فولتية التيار المتناوب كقاطع للتيار مغلق بصورة مستمرة كما في ψ مساوية φ

 φ نجد من جديد الشرط المؤشرفي حالة العمل كقاطع للتيار خاصة اذا تغيرت هذه الحالة عندما يكون الحمل محركاً ، لغرض التأكد من عدم الانتقال المفاجيء الى التشغيل كمقوم يجب اعطاء عرضاً كافياً لاشارات البوابة

ملاحظات

لغرض تجنب ارسال نبضات سابقة لاوانها ، نستطيع التحكم بالقدح وذلك باخذ الغرض تجنب ارسال نبضات سابقة لاوانها ، نستطيع التحكم بالقدح وذلك باخذ الخراوية ψ كأساس للتأخيـــر وليس الزاوية α (انظر الشكل 5.7 و 5.8) .



تحسب الزاوية α بدءاً من لحظة محاولة التوصيل للثايرستر. اي عندما يظهر جهد موجب على اطرافه بتغيير الزاوية α من قيمة مهملة الى π ، نغير الجهد على اطراف الحمل من قيمته القصوى الى الصفر .

3. 11 مميزات

لحمل مقاومي ($\phi=0$) او مقاومي ومحاثي ($\phi=0$) . تعطى الزاوية الحمل مقاومي للثايرستر Th من خلال $\omega t_1=\theta_1$

$$Q=L\omega/R$$
 . $\sin{(\theta_1-\varphi)}\,\mathrm{e}^{\theta_1/Q}=\sin{(\psi-\varphi)}\,\mathrm{e}^{\psi/Q}$,
$$\pi$$
 ترتبط الزاوية $\alpha=\pi+\psi-\theta_1$.

والقيمة الفعلية ٧/ للجهد ٧/ على اطراف الحمل هي ١٠

$$V' = V \sqrt{\frac{\theta_1 - \psi}{\pi} - \frac{\sin 2 \theta_1 - \sin 2 \psi}{2 \pi}};$$

 φ من ψ من. انها تنتقل من V الى الصفر عندما تنتقل الزاوية ψ من π الى π .

يشتمل تحليل فورير للجهد v' بالاضافة للاصلي بسرعة زاوية ω وبقيمتسه الفعلية V_1 على جميع التوافقات الفرديسة . القيمة الفعلية للحد بسرعسة زاوية : V_1 مع v عدد كامل (غيركسري) او صفر ، تكون مساوية :

$$V'_{2k+1} = \sqrt{A_{2k+1}^2 + B_{2k+1}^2} ,$$

مع

$$A_{2k+1} = \frac{V}{\pi} \left[\frac{\sin 2k\theta_1 - \sin 2k\psi}{2k} - \frac{\sin 2(k+1)\theta_1 - \sin 2(k+1)\psi}{2(k+1)} \right],$$

$$B_{2k+1} = \frac{V}{\pi} \left[\frac{\cos 2(k+1)\psi - \cos (2k+1)\theta_1}{2(k+1)} - \frac{\cos 2k\psi - \cos 2k\theta_1}{2k} \right].$$

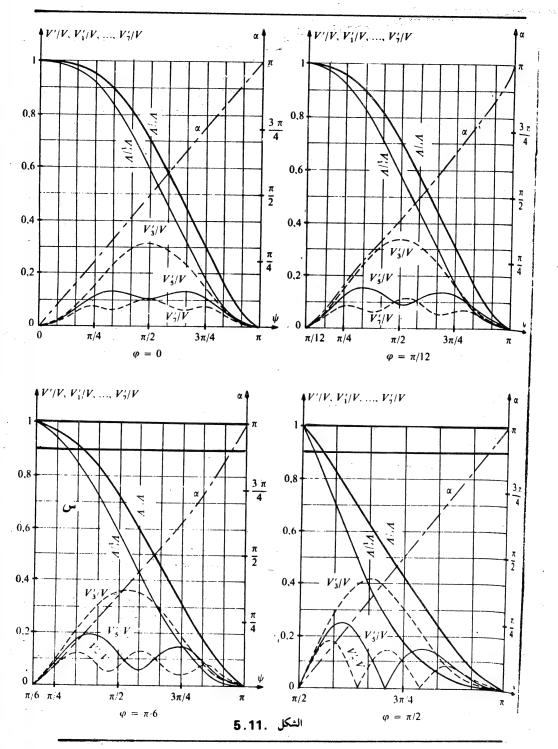
غير ان للاصلي

$$A_{1} = \frac{V}{\pi} \left[\theta_{1} - \psi - \frac{1}{2} (\sin 2 \theta_{1} - \sin 2 \psi) \right],$$

$$B_{1} = \frac{V}{2 \pi} (\cos 2 \psi - \cos 2 \theta_{1}).$$

يبين مخطط المميزات النسبية للجهد ψ بانه عندما يكون الحمل محاثياً للقيم العالية للزاوية ψ تكون التوافقات اكبر من الاصلي . يكون تاثير الزاويسة φ قوياً عندما تكون مقاربة للصفر ، وبالعكس عندما تقترب φ من $\pi/2$ ، تكسون المنحنيات متقاربة جداً . ايضاً استنتجنا من جديد المميزات المحسوبة عند $\varphi=0$ و $\varphi=\pi/6$ (الشكل 5.11) . وتعطي بدلالة ψ

- α قيمة الزاوية α
- u القيمة الفعلية u لجهد الخروج نسبة للجهد –



- القيمة النسبية V_1'/V للاصلي –
- V'_{7}/V و V'_{5}/V ، V'_{3}/V و 7 ولتكن V'_{5}/V و V'_{7}/V و تذكر هذه المنحنيات بملاحظتين :
- التحكم بواسطة α في حالة شبكة احادية الطور افضل من التحكم بواسطة V لان ، بالاضافة لازالة خطر النبضات المبكرة ، تكون التغيرات للجهد يين V والصفر منتشرة بين $\alpha=0$ و $\alpha=0$ اباً كانت قيمة $\alpha=0$
- تستنبط الاهمية النسبية لتوافقات التيار ، من تلك التوافقات الجهد v' من خلال .

$$\begin{split} \frac{I_{2k+1}}{I_1} &= \frac{V'_{2k+1}}{\sqrt{R^2 + L^2(2k+1)^2 \omega^2}} \cdot \frac{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}}{V'_1} = \\ &= \frac{V'_{2k+1}}{V'_1} \cdot \frac{\sqrt{1 + Q^2}}{\sqrt{1 + (2k+1)^2 Q^2}}. \end{split}$$

بالمتوسط كلماكان الحمل محاثيا قلت اهمية توافقات التيار.

الله منظمات فولتية التيار المتناوب ثلاثية الطور

Three Phase A. C Voltage Regulators

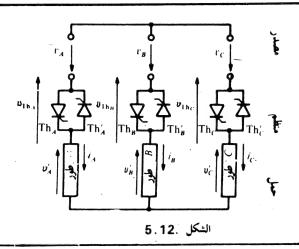
ثلاث منظومات ممكنة من حالة الشبكات ثلاثية الطور:

- المنظمات لفولتية التيار المتناوب بمعنى الكلمة التي تحتاج ستة ثايرسترات. هذه الثايرسترات مربوطة بشكل مجاميع من اثنين في الاتصال بين المصدر والحمل اوموصولة بشكل مثلث على سافلة اطوار الاحمال.
 - التجميع بشكل مثلث لثلاثة منظمات احادية الطور .
 - المنظمات المختلطة بثلاثة ثايرسترات وبثلاثة ثنائيات .

سندرس بصورة خاصة المنظومة الأولى وطرق الحساب من النوع نفسه ستكون قابلة التطبيق للمنظومة الثالثة . وسوف نستنبط المميزات للمنظومة الثانية من المميزات المشتقة لمنظمات احادية الطور .

11.11. منظم فولتية للتيار المتناوب ثلاثي الطوركله ثايرسترات

يتكون المنظم الاعتبادي ثلاثي الطور من ثلاثة مجاميع من ثايرسترين Th_c . Th_B و Th_B' مربوطة بين الاطراف الثلاثة للمصدر وتلك للحمل (الشكل 5.12)



نعني من خلال v_A , v_B , v_C الجهود الجيبية البسيطة للتغذية بسرعة زاوية $^{(0)}$ المحسوبة نسبة لنقطة الحياد للمصدر

$$v_A = V_m \sin \theta;$$
 $v_B = V_m \sin (\theta - 2\pi/3);$
 $v_C = V_m \sin (\theta - 4\pi/3).$

 $v_C' = v_B' + v_A' + v_A' + v_B' +$

تقدح المقومات بفترات متساوية لسدس الدورة وفي الترتيب التالي : $Th'_B - Th'_C - Th'_A - Th_B - Th'_C - Th_A$ القدح من خلال الزاوية % . يستلم الثايرستر $Th'_B - Th'_C = 0$.

لغرض رسم اشكال الموجات وحساب الميزات يكفي دراسة سدس دورة فقط بالحقيقية تكون تيارات الاطوار متماثلة وبفارق طور بقيمة $2\pi/3$ بالاضافة لذلك نصف الموجة السالب لكل تيار يشابه نصفه الموجب ولكن بعلامة معاكست

$$i_A(\theta + 2\pi/3) = i_C(\theta); \quad i_A(\theta - 2\pi/3) = i_B(\theta);$$

 $i_A(\theta \pm \pi) = -i_A(\theta); \quad i_A(\theta \pm \pi + 2\pi/3) = -i_C(\theta);$
 $i_A(\theta \pm \pi - 2\pi/3) = -i_B(\theta).$

 i_B . i_A اذن نستطيع استنتاج i_A خلال كل الدورة من علاقات التيارات i_C خلال سدس الدورة :

$$\begin{split} i_A(\theta) &= i_A(\theta) \; ; \quad i_A(\theta + \pi/3) = - \; i_B(\theta) \; ; \quad i_A(\theta + 2\pi/3) = i_C(\theta) \; ; \\ i_A(\theta + \pi) &= - \; i_A(\theta) \; ; \quad i_A(\theta + 4\pi/3) = i_B(\theta) \; ; \\ i_A(\theta + 5\pi/3) &= - \; i_C(\theta) \; . \end{split}$$

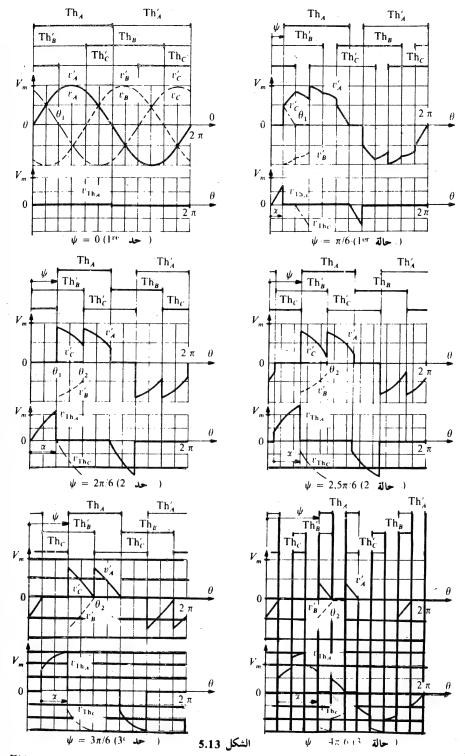
لدينا العلاقات نفسها بين قيم الجهود v_A ، v_B ، v_A عـلى اطراف مجموعـات الحمل وبين الجهود v_{Th_B} ، v_{Th_B} ، v_{Th_A} على اطراف مجموعـات الثايرسترات .

سندرس الفترة المحصورة بين ψ و $\pi/3$ التي تبدأ من قدح الثايرستر Th_A' الى قدح الثايرستر Th_A'

١١٠١٠ تقطيم على حمل مقاومهي صرف

اذا كان الحمل مكوناً من ثلاث مقاومات R متساوية . فعندما تزداد الزاوية ψ من 0 الى 0 0 0 تتعاقب ثلاثة انواع من التشغيلات . رسمنا (الشكل 0 0 0 مثال لاشكال الموجات لكل واحد منهما واشكال الموجات لقيمة ψ التي يبتدئون بها لغرض التبسيط سنحدد انفسنا برسم الجهود u_A'' u_A'' u_A'' عند لغرض التبسيط سنحدد انفسنا برسم الجهود u_A'' u_A'' u_A'' u_A'' التي تسمح بتحديد u_A'' خلال الدورة بكاملها . كذلك يسمح الجهد u_A'' بحساب u_{Tha} عندما يكون u_A'' مطفأ .

1/R يكون رسم موجات التيارات عديم الفائدة لآن i_A مثلاً تقريبا v_A' من الجهد v_A'



النوع الأول : $\psi < \pi$ النوع الأول : $\psi < \pi$ النوع الأول المقومين

عندما تكون ψ اقل من π 3 ، تكون الزاوية θ_1 لنهاية التوصيل للثايرستر Th_C اكبر ψ . تارة يوجد ثايرسترات موصلة وتارة اخرى يوجد ثايرسترات موصلات .

تكون موصلة Th_c عند $\psi < \theta < \pi$ تكون موصلة - عند $\psi < \theta < \pi$

$$v'_A = Ri_A = v_A;$$
 $v'_B = Ri_B = v_B;$ $v'_C = Ri_C = v_C;$ $v_{\text{Th}_A} = v_{\text{Th}_C} = v_{\text{Th}_C} = 0.$

: Th'8 و Th و با برستران با Th و با برستران با Th و ا تا برستران با Th'8 و ا تا برستران با Th'8 و ا

$$v'_A - v'_B = \frac{1}{2}(v_A - v_B);$$
 $i_A = -i_B = v'_A/R;$ $v'_C = i'_C = 0;$ $v_{\text{Th}_A} = v_{\text{Th}_B} = 0;$ $v_{\text{Th}_C} = \frac{3}{2}v_C < 0.$

يتوقف هذا التشغيل ، حين يكون $\psi=\alpha=\alpha$ عندما تصل قيمة الزاوية ψ الى $\pi/3$ لان عند قيمة اعلى من هذه ، ينطفيء الثايرستر Th_α مثل القدح للثايرستر Th_α .

النوع الثاني : $\pi : 3 < \psi < \pi : 2$: يوجد دوماً ثايرستران موصلان

عندما تتغير الزاوية ψ من π الى π ، تبقى فترة تقطيع المقومات ثابتة ومساوية لثلث الدورة ولكن تنزاح تدريجياً .

: موصلان ب ${
m Th}_{B}$ عند $\psi < heta < \pi/3 + \psi$ عند عند موصلان

$$\begin{split} v_A' &= - \, v_B' = \frac{1}{2} \, (v_A - v_B) \, ; \quad i_A = - \, i_B = v_A' R \, ; \quad v_C' = R i_C = 0 \\ \\ v_{\mathrm{Th}_A} &= v_{\mathrm{Th}_B} = 0 \, ; \quad v_{\mathrm{Th}_C} = \frac{3}{2} \, v_C < 0 \, . \end{split}$$

 π 3 تكون الزاوية π ثابتة ومساوية لقيمة

 النوع الثالث : $\pi/2 < \psi < 5 \pi/6$: توصیل لمقومین او لایوجد مقوم موصل

التواجد لفترات توصيل بعد الفترات حيث تكون جميع التيارات بقيمة صفر يحتاج القدح لممقومين تزامنياً

من أجل هذا يجب

 π اما السيطرة على المقومات بواسطة اشارات بعرض اكبر من -

اوارسال نبضات التأكيد عندما نرسل اشارة القدح لمقوم من اجل البدء بتوصيله . يجب ارسال نبضة على البوابة للثايرسترالذي انطفأ تواً . كذلك يتسلم Th_{A} نبضته الاولى عند $\psi = \psi + \pi/3$ عند $\psi = \theta$ واشارته للتأكيد عند $\psi = \psi + \pi/3$

. عند $\theta < 5\pi/6$ یکون الثایرستران h_A و Th $_A$ موصلان $\psi < \theta < 5\pi/6$

$$v'_A = -v'_A = \frac{1}{2}(v_A - v_B);$$
 $i_A = -i_B = v'_A/R;$ $v'_C = i_C = 0;$ $v_{Th_A} = v_{Th_B} = 0;$ $v_{Th_C} = \frac{3}{2}v_C.$
$$v'_A = v'_B = v'_C = 0;$$
 $i_A = i_B = i_C = 0;$ $i_A = i_B = i_C = 0;$

من اجل تتسلم جهود اطراف الثايرسترات عندما تكون جميعها مطفاة . يجب ربط مقاومات متساوية ذات قيم عالية على مجاميع المقومات الثلاثة . عندئذ

 $v_{\mathrm{Th}_A} = v_A$; $v_{\mathrm{Th}_B} = v_B$; $v_{\mathrm{Th}_C} = v_C$.

 $v_{\text{Th}_A} - v_{\text{Th}_C} = v_A - v_C > 0$.

 $\psi=\pi/6$ نساوي الثالث هذا الزاوية lpha تساوي

عندما تصبح الزاوية ψ اكبر من $5\pi/6$ ، ينتج التوصيل المتزامن للثايرسترين عندما تصبح الزاوية $\psi=\psi+\pi/3$ عند Th_c وعند قيمة سالبة للجهد v_A-v_C لاتستطيع المقومات ان تدخل مرة اخرى في حالة التوصيل والمنظم لفولتية التيار المتناوب يكافيء قاطع تيار مفتوح دوماً ،

2.1. القطيع على حمل مقاومي ومحاثي

يميز الحمل بثوابت R و L من خلال وحدة القياس Z وزاوية الطور φ لمانعة كل طور وبسرعة زاوية ψ لجهود التغذية

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2};$$
 $\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega}{R} = Q.$

بسبب المحاثات L . لاتستطيع التيارات i_B . i_A و i_B اظهار عدم الاستمرارية . يبدأ نقصان التيارات بواسطة المنظم عندما تصبح ψ اكبر من ϕ

• اختفاء النوع الثاني للتشغيل

ان دخول الثايرستو Th_A في حالة التوصيل عند $\psi=\theta$ لا يستطيع ان يسبب باطفاء الثايرستو Th_C من خلال اخماد مفاجيء للتيار i_C للتيار المناد عدم الاستمرارية

اذا وجد التيار i_c ، عند $\psi=\psi$ ، يفضل التوصيل للثايرستر Th_c وللثايرستر Th_c ، يفضل المتزامن للثايرستر Th_c ، و Th_c ، و Th_c ، و Th_c ، و ويؤدي الى بدء الفترة ذات ثلاثة مقومات موصلة للنوع الأول للتشغيل .

 i_B أي التيارات i_A ، i_C وكذلك i_A أي التيارات i_C اذا كان i_C صفراً تماماً قبل $\psi=0$. تشتغل المنظومة تبعاً للنوع الثالث .

عندما يكون الحمل محاثياً ، يختفي النوع الثاني للتشغيل . وتنتقل مباشرة من النوع الأول الى النوع الثالث عند قيمة محدودة ψ للزاوية ψ التي هي بدلالة φ

النوع الأول : $\psi < \psi < \psi_1$: توصيل لثلاثة مقومات أو لمقومتين i_C عندما نقدح Th_A . يوصل الثايرستران Th_B و Th_B و يتصفر التيار $\theta = \theta_1$ إلا عند $\theta = \theta_1$

موصلة - عند $\psi < \theta < \theta_1$ عند $\psi < \theta_2$ عند عند موصلة موصلة

 $v_A' = v_A; \qquad v_B' = v_B; \qquad v_C' = v_C;$

للتيار $i_{B\psi}$ قيمة ابتدائية تساوي صفرا وتلك للتيار $i_{B\psi}$ هي i_{C} للتيار $i_{B\psi}$ هي i_{C} للتيار التيار على التيار ا

$$i_{A} = \frac{V_{m}}{Z} \sin (\theta - \varphi) - \frac{V_{m}}{Z} \sin (\psi - \varphi) e^{-(\theta - \psi)/Q};$$

$$i_{B} = \frac{V_{m}}{Z} \sin (\theta - \varphi - 2\pi/3) + \left[i_{B\psi} - \frac{V_{m}}{Z} \sin (\psi - \varphi - 2\pi/3) \right] e^{-(\theta - \psi)/Q};$$

$$i_{C} = \frac{V_{m}}{Z} \sin (\theta - \varphi - 4\pi/3) - \left[i_{B\psi} + \frac{V_{m}}{Z} \sin (\psi - \varphi - 4\pi/3) \right] e^{-(\theta - \psi)/Q};$$

$$v_{\text{Th}_{A}} = v_{\text{Th}_{B}} = v_{\text{Th}_{C}} = 0.$$

ترتبط قیمة $i_{B\psi}$ مع تلك للزاویة $i_{B\psi}$ وذلك لأن i_{C} یتصفر عند $i_{B\psi}$ نستنج

$$i_{B\psi}=rac{V_m}{Z}\left[\sin\left(heta_1-arphi-4\pi/3
ight)\,\mathrm{e}^{+(heta_1-\psi)/Q}-\sin\left(\psi-arphi-4\pi/3
ight)
ight].$$
 Th'_B, Th_A عند $heta_1< heta_2< heta_1< heta_2< heta_1< heta_1< heta_1$ عند -

$$\begin{split} v_{\mathrm{Th}_A} &= 0 \; ; \qquad v_{\mathrm{Th}_B} = 0 \; ; \qquad i_A = - \; i_B \; ; \qquad i_C = 0 \; ; \\ v_A &- \; Ri_A - \; L \; \mathrm{d}i_A/\mathrm{d}t = v_B - \; Ri_B - \; L \; \mathrm{d}i_B/\mathrm{d}t = v_C - v_{\mathrm{Th}_C} \end{split}$$

ينتج

$$\begin{split} v_A' &= Ri_A + L \, \mathrm{d}i_A/\mathrm{d}t = -Ri_B - L \, \mathrm{d}i_B/\mathrm{d}t = -v_B' = (v_A - v_B)/2 \, ; \\ v_{\mathrm{Th}_C} &= v_C - v_A + v_A' = v_C - v_A + (v_A - v_C)/2 = \frac{3}{2} \, v_C < 0 \, . \end{split}$$

من العلاقة $Ri_A + L\omega \, \mathrm{d}i_A/\mathrm{d}\theta = (v_A - v_B)/2$ من العلاقة

$$\begin{split} i_A &= -i_B = \frac{V_m}{Z} \left\{ \frac{1}{2} \sin \left(\theta - \varphi\right) - \frac{1}{2} \sin \left(\theta - \varphi - 2\pi/3\right) + \right. \\ &+ \left. \left[-\frac{1}{2} \sin \left(\theta_1 - \varphi\right) + \frac{1}{2} \sin \left(\theta_1 - \varphi - 2\pi/3 + \frac{Z}{V_m} i_{A\theta_1} \right] e^{-(\theta - \theta_1)/Q} \right\} ; \end{split}$$

$$i_{A} = -i_{B} = \frac{V_{m}}{Z} \left[\frac{1}{2} \sin (\theta - \varphi) - \frac{1}{2} \sin (\theta - \varphi - 2\pi/3) - \frac{1}{2} \sin (\theta_{1} - \varphi - 4\pi/3) e^{-(\theta - \theta_{1})/Q} - \sin (\psi - \varphi) e^{-(\theta - \psi)/Q} \right]$$

: والذي يعطى ،- $i_{B\psi}\,i_A(\psi\,+\,\pi/3)$ عندما نكتب والذي يعطى

$$\sin \left(\theta_1 - \varphi - 4\pi/3\right) e^{(\theta_1 - \psi)/Q} = -\sin \left(\psi - \varphi\right) \frac{1 - 2e^{-\pi/3Q}}{2 - e^{-\pi/3Q}}.$$

بالحصول على θ_1 . نستنتج $i_{B\psi}$ ، وتكون التيارات كذلك معلومة خلال الفترة المحصورة بين ψ و π + ψ

 $\alpha = \psi + \pi/3 - \theta_1$ لهذا النوع من التشغيل

 $\theta_1-\psi$ يتوقف هذا التشغيل عند قيمة محدودة ψ للزاوية ψ التي تصفر الفترة $\psi-\psi$ للفترة بثلاث مقومات موصلة ، اذن تعطى الزاوية ψ من خلال

$$\sin (\psi_1 - \varphi - 4\pi/3) = -\sin (\psi_1 - \varphi) \frac{1 - 2e^{-\pi/3Q}}{2 - e^{-\pi/3Q}}.$$

النوع الثالث : $5\pi/6$ > ψ < ψ : توصیل لمقومین أو لا یوجد مقوم موصل عند ماتصبح ψ أكبر من ψ یجب ان یقد ح مقومان تزامنیاً في نهایة كل فترة فتكون التیارات صفراً . نعني من خلال θ نهایة الفترة الثانیة لتوصیل الثایرستر Φ . Ψ : Ψ

$$\begin{split} v_{\mathrm{Th}_{A}} &= 0 \; ; \quad v_{\mathrm{Th}_{B}} = 0 \; ; \quad i_{A} = - \; i_{B} \; ; \quad i_{C} = 0 \; ; \quad v_{\mathrm{Th}_{C}} = \frac{3}{2} \, v_{C} \; ; \\ Ri_{A} \; + \; L\omega \; \mathrm{d}i_{A}/\mathrm{d}\theta = v_{A}' = - \; v_{B}' = \frac{1}{2} \left(v_{A} - v_{B} \right) \; . \end{split}$$

لكن للتيار ، الأن قيمة ابتدائية مساوية للصفر. ومنه

$$i_A = \frac{V_m \sqrt{3}}{2 Z} \left[\sin \left(\theta - \varphi + \pi/6 \right) - \sin \left(\psi - \varphi + \pi/6 \right) e^{-(\theta - \psi)/Q} \right].$$

i_A من خلال المعادلة التالية عندما يتصفر التيار $heta_2$

$$\sin (\theta_2 - \varphi + \pi/6) e^{(\theta_2 - \psi)/Q} = \sin (\psi - \varphi + \pi/6)$$
.

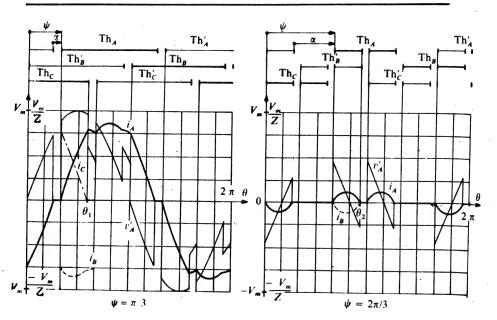
عند $\psi + \pi/3$ عند $\psi = 0$ عند $\psi = 0$ عند وصیل عند $\psi = 0$

$$\begin{split} v_A' &= \dot{v}_B' = v_C' = 0 \,; & i_A = i_B = i_C = 0 \,; \\ v_{\mathsf{Th}_A} - v_{\mathsf{Th}_C} &= v_A - v_C > 0 \,. \end{split}$$

اذا استعملنا مقاومات تقسيم الجهود على أطراف الثايرسترات

$$v_{\mathrm{Th}_A} = v_A; \qquad v_{\mathrm{Xh}_B} = v_B; \qquad v_{\mathrm{Th}_C} = v_C.$$

يتوقف هذا النوع من التشغيل ، لأن $\alpha=\theta_2+2\pi/3$ عند $\mu=5\pi/6$ عند $\mu=5\pi/6$ عند $\mu=0$ عند الثايرسترات والجهد $\mu=0$ مثلاً على أطراف المجموعة خلك لا نستطيع قدح الثايرسترا $\mu=0$ عند $\mu=0$ عند $\mu=0$ عند $\mu=0$ بكون سالباً عند $\mu=0$ عند $\mu=0$ بكون سالباً عند $\mu=0$ بكون سالباً عند $\mu=0$



الشكل .14 . 5

يعطي الشكل 5.14 مثال لرسم التيار i_A والجهد v_A' لكل من أنواع التشغيل في حالة φ تساوي $\pi/4$. L' زاوية الحد ψ تكون عندئذ مساوية الى $\pi/4$. L' مساوية لقيمة $\pi/3$ تطابق النوع الأول $\theta_1=106^{\circ}2$ عطي التشغيل التابع للنوع الثالث $\theta_2=167^{\circ}8$

3.1. III ممينزات

قيمــة فعليــة للجهــود للنــوع الأول

$$V' = V \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3}{2\pi} (\theta_1 - \psi) + \frac{3}{4\pi} \left[\sin 2\psi + \sin \left(2\theta_1 + \frac{\pi}{3} \right) \right]}$$
للنوع الثاني (حالة مقاومات صرفة)

$$V' = V \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \sin\left(2\psi + \frac{\pi}{6}\right)}.$$

للنوع الثالث

$$V = V \sqrt{\frac{3}{2 \pi} (\theta_2 - \psi) + \frac{3}{4 \pi} \left[\sin \left(2 \psi + \frac{\pi}{3} \right) - \sin \left(2 \theta_2 + \frac{\pi}{3} \right) \right]}$$

تحليل فورير للجهود

لايشمل تحليل فورير للجهود $v_C'v_B'v_A'$ بالاضافة للاصلي الا على التوافقات الفردية . علاوة على ذلك المجموع الأني $v_A'+v_B'+v_C'$ يكون دوماً صفراً وللتوافقات من فئة أو من مضاعفات 3 قيمة متوسطة تساوي صفراً .

 $7\,\omega$, $5\,\omega$, ω أذن لا نجد في تحليل فورير الا على الحدود بسرعة زاوية ω عامة ، بسرعة زاوية ω بسرعة زاوية

 $n\omega = (6 k \pm 1) \omega.$

تعطى القيم الفعلية للاصلى وللتوافق n من خلال

$$V_1' = \sqrt{A_1^2 + B_1^2}; \qquad V_n' = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}.$$

$$A_{1} = \frac{3 V}{2 \pi} \left[\theta_{1} - \psi + \frac{\pi}{3} + \frac{1}{2} \sin 2 \psi - \frac{1}{2} \sin 2 \left(\theta_{1} + \frac{2 \pi}{3} \right) \right],$$

$$B_{1} = \frac{3 V}{4 \pi} \left[\cos 2 \psi - \cos 2 \left(\theta_{1} + \frac{2 \pi}{3} \right) \right],$$

$$A_{n} = \frac{3 V}{2 \pi} \left[\frac{\sin (n-1) (\theta_{1} + 2 \pi/3) - \sin (n-1) \psi}{n-1} + \frac{\sin (n+1) \psi - \sin (n+1) (\theta_{1} + 2 \pi/3)}{n+1} \right],$$

$$B_{n} = \frac{3 V}{2 \pi} \left[\frac{\cos (n-1) (\theta_{1} - 2\pi/3) - \cos (n-1) \psi}{n-1} + \frac{\cos (n+1) \psi - \cos (n+1) (\theta_{1} + 2 \pi/3)}{n+1} \right].$$

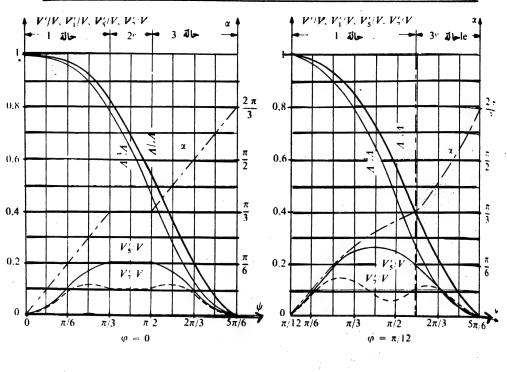
يعرض الشكل 5.15 بعض الامثلة للمميزات المحسوبة _ عند0 = ϕ (مقاومة صرفة $\phi=\pi/2$)، عند $Q=\pi/2$ عند $Q=\pi/3$ عند $Q=\pi/2$ عند ($Q=\pi/3$) عند ($Q=\pi/3$) محاثة صرفة $\phi=\pi/3$) ، وتعطي هذه المنحنيات بدلالة ψ ،

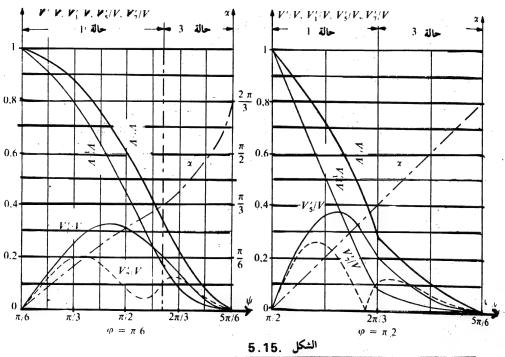
- ـ قيمة الزاوية ¤
- ليمة الفعلية Vلجهود الخروج منسوبة للجهد V
 - القيمة النسبية V_1'/V للاصلي _
- ـ القيم النسبية للتوافقات 5 و 7 ولتكن V_5'/V و V_7'/V .

نلاحظ بان التحكم بواسطة α يستبعد للاحمال المقاومية الصرفة بسبب وجود الحالة الثانية وبالعكس من ذلك للاحمال المقاومية والمحاثية فان هذا التحكم يكون مناسبا جدا . فأيا كانت قيمة φ . فالنسبة V'/V تنتقل من 1 الى 0 عندما تنتقل من 0 الى $2\pi/3$.

4.1.III. بدائل ثايرسترات بشكل مثلث

• نستطيع بدون تغيير تشغيل منظم الفولتية استبدال الحمل المقترن بشكل نجمة بواسطة حمل مكافىء مقترن بشكل مثلث (الشكل 5.16أ)





اذا كان لأطوار الحمل قيمة زاوية الطور نفسها (الازاحة الزاوية) وبقيمة شهرت الضعاف القياس . . . فعند القيمة نفسها للزاوية لا نجد تيارات الخطوط نفسها وجهود اطراف الثايرسترات نفسها

للتيارات i_B و i_B اشكال موجات تختلف كثيرا عن تلك لتيارات الخطوط i_C و i_B على أطراف الأطوار i_C و i_B و i_B . i_A بشكل مثلث تختلف كثيرا عن تلك للجهود v_B' . v_B' و v_B' الناتجة على اطراف الاطوار بشكل نجمة .

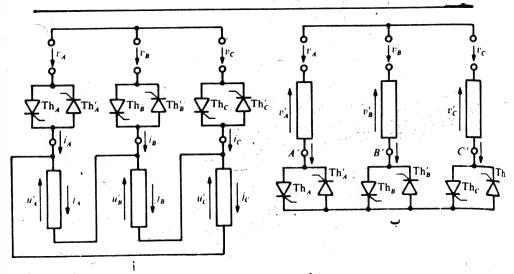
الحقيقة ان هذا ناتج من كونه في حالة الانتقال من التيارات i_B ، i_B ، i_B ، مثلاً ، الى i_C ، i_B , i_C ، i_B , i_A مباشرة (أصلي ، وتوافقات 19,13,7... مزاحة الطور بزاوية $\pi/6$ في اتجاه وتلك المكونة لأنظمة عكسية (توافقات 5 ,11 ,11) تكون مزاحة الطور بزاوية $\pi/6$ في الاتجاه المعاكس .

لكن لدينا دوما العلاقات التالية

للقيسم الفعليسة

$$U' = \sqrt{3} V'; \qquad I = \sqrt{3} J;$$

لحدود تحليمل فوريسر

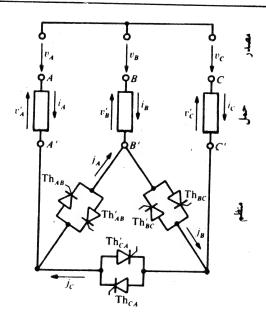


$$U_1' = \sqrt{3} V_1'; \qquad I_1 = \sqrt{3} J_1; \qquad U_n' = \sqrt{3} V_n'; \qquad I_n = \sqrt{3} J_n.$$

• تشغيل منظومة الشكل 5.12 يكون مؤكدا ولا يتغير شيئا أذا وضعنا المنظم في سافلة الحمل (الشكل 5.16 ب) وليس بين الحمل والمصدر

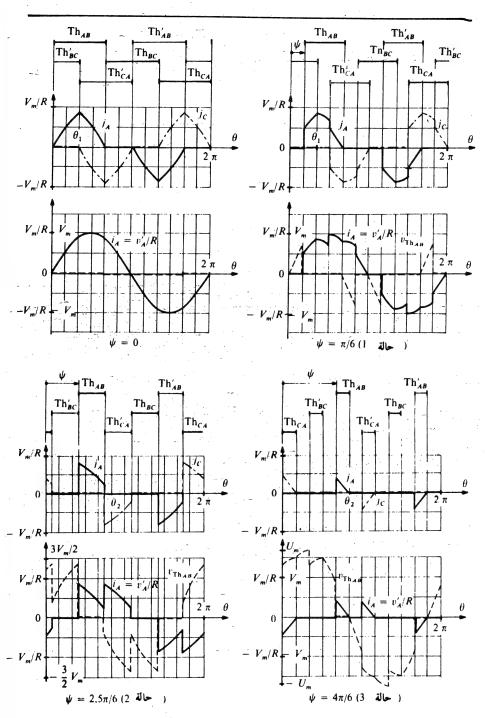
هذا التبديل يفرض على أن يكون الحمل مقترنا بشكل نجمة وان تكون اطرافه الستة الخروج ويستطيع ان يقدم فوائد عملية مرتبطة بحالة كون لجميع الثايرسترات نقطة مشركة وحصوصا هذا التغيير يسهل السيطرة كثيرا اذا استعملنا ثلاثة تراياك بدلا من ستة ثايرسترات

 اما اذا كان الحمل بشكل نجمة بستة اطراف خروج . فغالبا يفضل استخدام التجميع بشكل مثلث لثلاثة مجاميع من الثايرسترات (الشكل 5.17)



الشكل .17 . 5

يكون تشغيل المنظومة كذلك للمنظومة في الشكل 5.12 . لحمل معين ، لتيارات الاطوار والجهود على اطرافها اشكال الموجات نفسها والقيم نفسها لكن تكون قيمة تيار الثايرسترات قليلة والشروط المفروضة على اشارات السيطرة بسيطة



الشكل .18. 5

للمواج لتيارين من تيارات المضلع j_A و j_C ثم لتيار الشكل 5.18) اشكال الأمواج لتيارين من تيارات المضلع j_A و j_C ثم لتيار المخط j_C ، المساوي $j_A - j_C$ ، وللجهد j_C على اطراف مجموعة من الثايرسترات . تطابق المخططات لزاوية ψ ثم لثلاث قيم للزاوية ψ التي تعطي الانواع الثلاثية للتشغيل .

اذا كانت ψ محصورة بين () و $\pi/3$ (النوع الأول) . يوجد تقطيع لمقوم واحد او لمقومين .

اذا كانت ψ محصورة بين π 3 و π (النوع الثاني) . يوجد دوماً مقومان بحالة توصيل .

اذا كانت ψ محصورة بين π و π و النوع الثالث) يوجد مقوم واحد بحالة توصيل او لايوجد اي مقوم موصل .

تبين مقارنة الاشكال 0.18 و 0.13 بان لقيمة نفسها للزاوية ψ ، تكون الكميات النسبية للحمل ، تيارات 0.18 ، 0.18 والجهود 0.18 ،

هذه النتيجة كانت متوقعة ، اذا قارنا مخططات الاشكال 5.16 ب و 5.17 نرى التوصيل للثايرسترات Th_{BC} و Th_{B} و Th_{C} ينشيء التوصيلات نفسها بين الاطراف B' ، A' و B' كالتقطيع للثايرسترات Th_{BC} و B' ، A' و الفترة التي تكون الاطوار الثلائة تحت تاثير ثلاثة جهود بسيطة) . كذلك التوصيل للثايرستر Th_{AB} و Th_{AB} للثايرسترات Th_{AB} و Th_{AB} و وكون الفترة يكون الطوران الاوليان على التوالي تحت تاثير جهد $v_{A}-v_{B}$. ويكون الطور الثالث مفتوحاً) .

اذا كان الحمل مقاومياً ومحاثياً . نستطيع استعمال العلاقات نفسها من اجل حساب الزوايا ψ . ψ و ψ اواستنتاج الميزات النسبية للجهود ψ . ψ و ψ في حالة كون المجاميع الثلاثة للثايرسترات مقترنة بشكل نجمـــة او مثلـــث . — من اجل المقومات فان الانتقال الى الاقتران بشكل مثلث يكــون مهمــا .

يسبب نقصاناً مهماً للتيار وللمفاقيد بالقدرة في المقومات. يقطع كل واحد من المقومات نصف موجة من تيارات الخطوط.يقسم

القيمة المتوسطة لتيار الثايرستر على اثنين ولحالات التشغيل الثانية والثالثة تقسم القيمة الفعلية على $\sqrt{2}$ وللحالة الأولى للتشغيل وكلما اقتربت الزاوية φ من الزاوية ψ ازداد النقصان للتيار الفعليي وعندما $\psi = \psi$ فان القيمية الفعلية تساوي V/Z $\sqrt{2}$ بدلا من $\sqrt{2}$ $\sqrt{2}$

الفائدة الثانية للاقتران بشكل مثلث لمجموعات الثايرسترات هي التبسيط لاشارات السيطرة . انه لايحتاج لاشارات عريضة او لنبضات التأكيد من اجل تأمين التشفيل للمنظومة وتشغيلها يتبع النوع الثالث (الحالة الثالثة). تكفي نبضة بسيطة واحدة للتشفيل

تقل اهمية هذه الفوائد جزئياً بسبب سيئتين صغيرتين . يكون التحكم بواسطة الزاوية α وبسبب شكل الموجة للجهود على اطراف المقومات في النوع الاول للتشغيل اكثر صعوبة . يتبدل الجهد العكسي الاقصى الذي تتحمله المقومات من $\sqrt{3} V_m$

ملاحظــة:

نستطيع في حالة التشغيل كقاطع للتيار ان نلغي احد الجوانب (الاضلاع) الثلاثة للمثلث المكون من خلال المقومات للمنظومة في الشكل 5.17

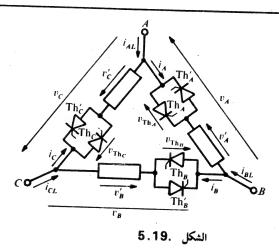
لاتستعمل في هذه الحالة الا اربعة ثايرسترات ، مثلاً ، Th'_{AB} . Th'_{AB} . Th'_{AB} . Th'_{BC} . T

في حالة قاطع التياروعندما تكون البوابات مغذاة بصورة مستمرة تكون النقاط A' هي حالة قاطع التياروعندما تكون البوابات مغذاة به i_C و i_B متساوية المجهد وتستطيع التيارات i_B ، i_A و المدوران اياً كان اتجاهها . عندما نلغي اشارات القدح ، تنطفيء الثايرسترات الموصلة واحداً بعد الاخر ، ثم تتصفر قيم التيارات i_B ، i_A و i_C و يكون قاطع التيار مفتوحاً .

لانستطيع استعمال منظومة المثلث المفتوح كمنظم لفولتية التيار المتناوب. فاياً كان نوع السيطرة فان التركيب غير المتوازن يسبب عدم التوازن للتيارات في اطوار الحمل.

2.111 . التجميع لثلاث منظمات لفولتية التيار المتناوب احادية الطور بشكل مثلث

الطريقة الثانية لتغيير التيار في حمل ثلاثي الطور والذي تكون به الاطراف الستة هي اطراف الخروج ، تربط ثلاثة مجاميع متماثلة بشكل مثلث (الشكل 5.19) كتلك في الشكل 5.1



يكون التشغيل والاداء لهذه المنظومة مشابهاً لتشغيل والاداء منظمات الفولتيسة للتيار المتناوب احادية الطور المدروسة في بداية هذا الفصل لكن التجميع يسمح بالغاء التوافقات الفردية من فئة 3 اومضاعفات 3 في تيارات الخطوط .

من اجل امكانية استعمال النتائج المستنبطة لمنظمات الفولتية للتيار المتناوب احادية الطور بصورة مباشرة ، نستعمل الرموز نفسها باضافة العلامات B ، A و C فقط من اجل تمييز العلاقات النسبية للاطوار الثلاثة .

 v_{C} و v_{A} لذلك تمثل الجهود المركبة المغذاة من المصدر بواسطة v_{A} المغذاة من المصدر بواسطة

$$v_A = V_m \sin \theta$$
; $v_B = V_m \sin (\theta - 2\pi/3)$;
 $v_C = V_m \sin (\theta - 4\pi/3)$.

 ${
m Th}_C'$ ، ${
m Th}_A$ التايرسترات من سدس الدورة ولسدس الدورة في الترتيب التالي ${
m Th}_C$ ، ${
m Th}_A$ ، ${
m Th}_B$ و ${
m Th}_C$ ، ${
m Th}_A'$ ، ${
m Th}_B$ نبضته للسيطرة عند $\theta=\psi$

 $v_{\rm Th}$ تكون جهود اطراف اطوار الحمل v_{h} ، v_{h} و v_{h} و الجهود $v_{\rm Th}$ i_{B} ، i_{A} و الجهود $v_{\rm Th}$ على اطراف مجموعات الثايرسترات والتيارات $v_{\rm Th}$ و $v_{\rm Th}$ و $v_{\rm Th}$ و $v_{\rm Th}$ و الشكل $v_{\rm Th}$ و المحمل مقاومي ومحاثي .

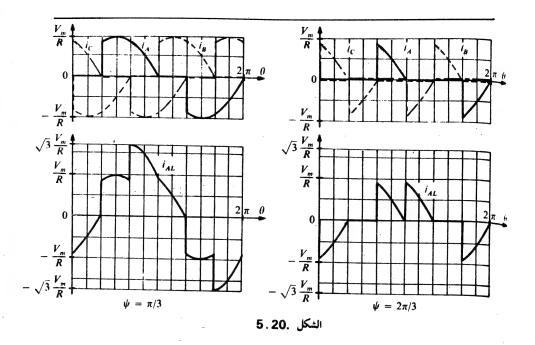
$$\begin{split} I_1 &= \frac{V_1'}{\sqrt{R^2 + L^2 \, \omega^2}}; \quad I_3 = \frac{V_3'}{\sqrt{R^2 + L^2 \, 9 \, \omega^2}}; \\ I_5 &= \frac{V_5'}{\sqrt{R^2 + L^2 \, 25 \, \omega^2}}; \dots, \end{split}$$

و L هما المقاومة والمحاثة لكل طور R

تكمن الفائدة لمنظومة ثلاثية الطور في المحتفاء التوافقات من الفئة $\,^{8}$ او مضاعفات $\,^{8}$ في التيارات المغذاة من الشبكة . تكون هذه التوافقات متفقة الطور في تيارات الاطوار i_{C} i_{B} i_{A} i_{C} i_{B} i_{A} i_{C} i_{B} i_{A} i_{C} i_{B} i_{A} i_{A} التي تعطى من خلال الفرق بين تيارات الاطوار باخذ اثنين i_{C} i_{B} i_{C} i_{B} i_{A}

$$i_{AL} = i_A - i_C;$$
 $i_{BL} = i_B - i_A;$ $i_{CL} = i_C - i_B.$

للتيارات الممتصة من المنظومة اشكال امواج تختلف عن اشكال الامواج لتيارات الاطوار للحمل ونسبة التوافق لها اقل.



يبين الشكل 5.20 مثلاً انتقال التيارات i_c , i_B , i_A الى i_C , i_B , i_A حمل مقاومي صرف ولقيمتين للزاوية ψ .

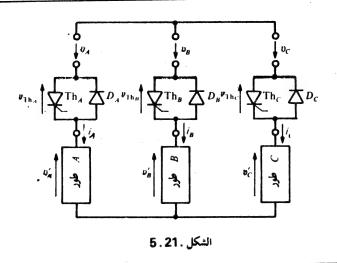
$$I_{1L} = \sqrt{3} \; I_1 \; ; \qquad I_{5L} = \sqrt{3} \; I_5 \; ; \qquad I_{7L} = \sqrt{3} \; I_7 \; ; \ldots$$

لكن $I_L=0$ ، $I_{0L}=0$ و ... كذلك تكون القيمة الفعلية I_L لتيارات الخطوط الآل من I_L من I_L على الرسم التخطيطي الثاني للشكل I_L ممثلاً يكون $\sqrt{2}$ مساوياً لقيمة 1

3.111 منظم مختلط ثلاثي الطور لفولتية التيار المتناوب

نستطيع بحالة المنظم الثلاثي العلور ولكل مجموعة مقومات المربوطة بين المصدر والحمل ان نستعمل ثايرستر واحد واستبدال الاخر بثنائي (الشكل 5.21

5). ان غياب الموصل الحيادي يؤدي قسراً لان تكون القيمة المتوسطة لتيارات اطوار الحمل وجهود اطرافها مساوية للصفر.



سنحدد انفسنا بأعطاء، وبدون أقامة الدليل، النتائج التي تم الحصول عليها في حالة الدراسة للتشغيل وللمميزات. يبدو لنا ان المنظم المختلط لا يتطلب التطور نفسه كالمنظم كله ثايرسترات والحقيقة ان اداءه غير المتقن يقيد مجالات التطبيق له.

تشغيل

اذا مثلنا جهود المصدر بالرموز v_A , v_B , v_C بحيث :

$$v_A = V_m \sin \theta$$
; $v_B = V_m \sin (\theta - 2\pi/3)$;
 $v_C = V_m \sin (\theta - 4\pi/3)$,

 $\theta=\psi+2\pi/3$ عند Th $_B$ والثایرستر و $\theta=\psi$ عند $\theta=\psi+4\pi/3$ عند Th $_C$ والثایرستر والثایرستر

تكون التيارات i_A , i_B et i_C متماثلة بثلث الدورة تقريباً لكن نصف الموجة السالب لها يختلف عن النصف الموجب. وكذلك الحالة نفسها للجهود v_A , v_A على اطراف الحمل وللجهود v_{Thc} v_{Thc} و v_{Thc} اضافة لذلك وبسبب الثنائيات لا يمكن ان تكون جهود الاخيرة سالبة.

لذا يجب تتبع التشفيل للمنظومة خلال ثلث الدورة وليس خلال سدس الدورة .

 ω تمثل الرموز Z و φ المقياس وزاوية الطور لأطوار الحمل بسرعة زاوية i_A . i_B , i_C المقيد القيمة الفعلية I للتيارات i_A . i_B , i_C من قيمتها القصوى V/Z الى المهفر ، يجب ان تزداد الزاوية ψ من φ الى V/Z .

اذا كان الحمل مقاومياً صرفاً تتعاقب ثلاثة انواع (حالات) للتشفيل عند ما تتفير ψ من 0 الى $7\pi/6$.

توصيل لثلاثة مقومات او لمقومين

توصيل الثلاثة مقومات ، لمقومين او لا يوجد اي مقوم موصل

توصيل لمقومين او لا توصيل لمقوم

- اذا ازدادت زاوية الطور ϕ للحمل ، يقل التغيير للزاوية ψ المطابقة للحالة الثانية . تختفي هذه الحالة للتشغيل عندما تصل الزاوية ϕ لقيمة 627 . 31
- يمكن السيطرة دوماً بواسطة الزاوية α . اياً كانت قيمة الزاوية ϕ ، تنتقل القيمة الفعلية I من V/Z الى الصفر عندما تزداد α من α الى α . وتسبب زيادة الزاوية α خلال جزء من العالة الثانية للتشغيل تغيير القيمة الفعلية α .

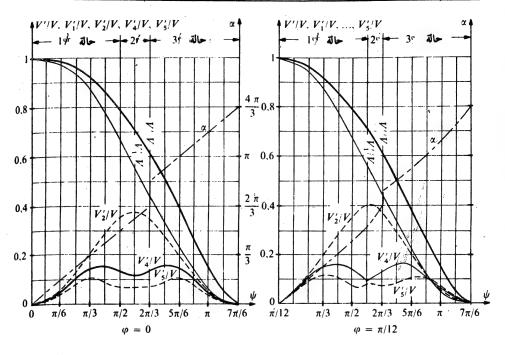
يستطيع الجهد المباشر الاقصى على اطراف الثايرسترات ان يصل الى قيمة $\sqrt{3} V_{\rm m}$

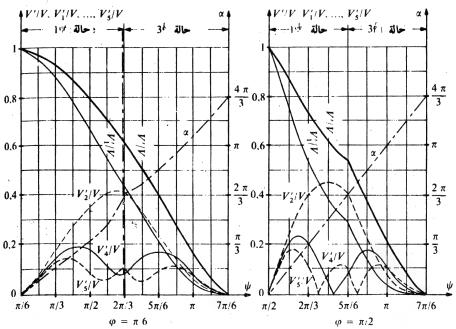
ممينزات

تظهر الجهود v_B' , v_B' و v_B' بالاضافة للحد الاصلي جميع الحدود التوافقية الزوجية والفردية ما عدا من الفئة 3 ومن مضاعفات 3.

 $\phi=\pi/6$ و $\phi=\pi/12$, $\phi=0$ وعند $\phi=\pi/12$ ، بدلالة الزاوية $\phi=\pi/2$ ، بدلالة الزاوية $\phi=\pi/2$

- للزاويــة ∞ أ
- uللقيمة الفعلية uللجهود –
- للقيمة الفعلية V_1' للاصلى -
- للقيم الفعلية V_3' . V_4' , V_2' المصدر للمصدر تكون جميع الجهود منسوبة الى الجهد V للمصدر





الشكل .22 . 5

4.111. مقارنة لمنظمات الفولتية للتيار المتناوب ثلاثية الطور

1.4. III انتقال من توافقات الجهود الى توافقات التيارات

درسنا القيم الفعلية للجهود وللاصلي لهما ولتوافقاتها ، في حين ان القيم النسبيسة للتيارات هي الأكثر أهمية وذلك لسببن

- تعابیر الجهود تکون أکثر بساطة ، مثلاً ، یکون الجهد V_A مساویاً للصفر أو V_A أو الحرور أو الحرور الحرور الخراط من خلال موجة جیبیة . بالرغم من ذلك تکون الحسابات الضروریة للحصول علی V_1 والقیم للتوافقات طویلة ویکون التعبیر الأوحد للنتائج غالباً معقداً . ما عدا حالة الحمل المقاومي الصرف أو المحاثي الصرف فالتعابیر للتیارات تکون معقدة .
- يكون تأثير زاوية الطور φ للحمل أقل حساسية في حالة الجهود من حالة التيارات والذي سمح بتحديد عدد المميزات المرسومة في الأشكال 5.11 5.22 5.15

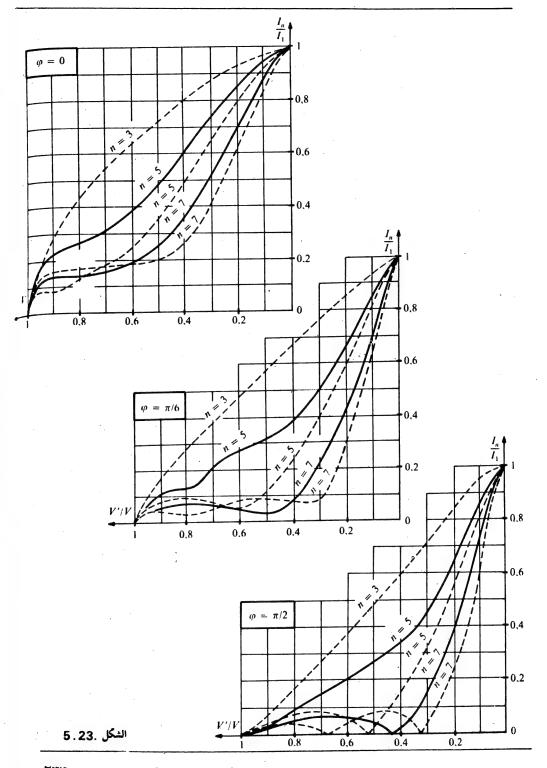
اضافة لذلك وبمجرد ارتفاع فئة التوافقات للتيارات فان قيمة هذه التوافقات تكون قليلة جداً عندما تكون ϕ قريبة من $\pi/2$ قيمتها لا يمكن تمثيلها عملياً على القياس المستعمل نفسه في حالة الحد الاصلي

يكون الانتقال من توافقات الجهود الى توافقات التيارات سهلاً. لأن

$$I_1 = \frac{V_1'}{R\sqrt{1+Q^2}}$$
 J $I_n = \frac{V_n'}{R\sqrt{1+n^2Q^2}},$ $\frac{I_n/I_1}{V_n'/V_1'} = \sqrt{\frac{1+Q^2}{1+n^2Q^2}}.$

بطريقة عامة ، تكون التيارات التوافقية أقل كلما كان

- الحمل محاثياً أكثر
- فئة التوافقات كبيرة



2.4. III. احتيار منظم فولتية التيار المتناوب

غالباً، شأن التيارات التوافقية للاجهزة بقدرات عالية اوبقدرات متوسطة هو الذي يحدد أستعمال المنظمات يتحدد الاختيار قسريا عندئذ يمنظومتين بستة ثايرسترات :

- منظم فولتية التيار المتناوب بمعنى الكلمة .
- للاث منظمات احادية الطور مقترتة بشكل مثلث .

رسمنا (الشكل 5.23) تغيرات التوافقات الابتدائية للتيارات منسوبة للحد الاصلي بدلالة النسبة V'/V وذلك من أجل مقارنة المنظومتين ولعدة قيم للزاوية $\phi=0$ و $\phi=\pi/2$

يعطي التجميع بشكل مثلث جميع التوافقات الفردية I_3 ، I_5 ، I_5 ، I_5 ، I_6 التجميع بشكل مثلث جميع التوافقات من فئة I_6 . I_{11} . I_{11} الخطوط حيث لاتبقى الا التوافقات I_7 . I_8 . I_8 . I_{11} .

لاياخذ المنظم الثلاثي الطور الا التوافقات 5 ، 7 ، 11 ، 13 ... في الخطوط كما في الاطوار (منحنيات بخطوط كاملة)

تبين المقارنة للمنحنيات اهمية التوافق 3 للتجميع بشكل مثلث ، ولكن تكون التوافقات 5 و 7 كمتوسط وبصورة واضحة اقل من تلك للمنظهات ثلاثية الطور ، نصل اذن الى الخلاصة التالية :

يكون التجميع لثلاث منظمات احادية الطور المقترنة بشكل مثلث اقل جودة بما يخص تيارات الحمل من المنظم الثلاثي الطور لكن افضل منه بما يخص التيارات المسحوبة من الشبكة لان التوافقات 3.3 تختفي من التيارات الاخيرة منه الاختيار:

- عند ما يكون نقصان توافقات التيارات المسحوبة من الشبكة هو الاهم ، اعتيادياً هذه حالة المنظمات التي تغذي احمالا غير فعالة (passifs loads) فاننا نتبنى الاقتران بشكل مثلث لثلاث منظمات احادية الطور
- عندما تكون نوعية الاشارة المسلطة على الحمل مهمة ، تاخذ المنظم الثلاثي الطور
 هذه هي حالة المكائن الدوارة التي لاتتحمل الجهود التوافقية من فئة 3 او

- مضاعفات 3 هذه الجهود تشكل انظمة متماثلة الاقطاب ، الانظمة التي تكون فيهما ممانعة الملف ثلاثي الطور قليلة .
- بالتنابع اذا قلت القدرة ، نثابر على تسهيل انجاز وتقليل تكاليف الثايرسترات والتحكم بها يقدم منظم الفولتية ثلاثي الطور ثلاث حالات مهمة :
- يوضع بين المصدر والحمل ، تسمح هذه الحالة بتغيير الاقتران لاطوار الحمل . انتقال من مثلث الى نجمة مثلا من دون اي تعديل ضروري للمنظم .
- يوضع نحو سافلة الحمل ، تسمح هذه الحالة بتبني الاقتران بشكل مثلث لثلاث مجموعات من المقومات (الشكل 5.17) . وبهذه الحالة يقل تيار المقومات وتسمح بتقليل معيارها .
- يوضع نحو سافلة الحمل ، وهذه الحالة تعطي طرفاً مشتركاً لجميع المقومات . (الشكل 5.16 ب) التي تسهل كثيراً السيطرة على الثايرسترات وخصوصا ان استبدلت الثايرسترات الستة بثلاث تراياك .

بالتتابع ايضاً ، اذا قلت مسألة اهمية توافقات تيارات الخطوط يصبح المنظم ثلاثي الطور ومغيراته اكثر اهمية من التجميع بشكل مثلث لثلاث منظمات احادية الطور.

لايمكن استعمال المنظم المختلط الا في المنظومات للقدرات الواطئة وذلك بسبب شأن توافقياته من الفئة المرتفعة قليلاً. ايضا هذا المنظم لايلائم تغذية المكائن ثلاثية الطور لان التوافق الثاني يسبب عزما معاكساً عالياً نسبياً.

111 _ 4 _ 3 . ملاحظات حول التشغيلات الخاصة

1) يشكل المعوض الساكن Static compensator تطبيقاً اساسياً للمنظمات الثلاثية الطور.من اجل الحصول على مصدر قدرة متفاعله متغير بصورة مستمرة تربط متسعات تولد القدرة القصوى الضرورية على التوازي مع محاثة ثلاثية الطور مسيطر عليها بواسطة منظم فولتية. يسمح الاخير بتغير القدرة المتفاعلة الممتصة من المحاثة وكذلك القدرة المتفاعلة المتولده من المجموعة متسعات _ محاثة .

تلعب المتسعات دوراً مضاعفاً في هذا الجهاز، تقوم بتوليد القدرة المتفاعلة وتظهر مساراً بممانعة واطئة للتيارات التوافقيات القادمة من المحاثة وبذلك تقليل وبدرجة كبيرة التوافقيات للتيارات المسحوبة من الشبكة بواسطة مجموعة الجهاز. يفضل بعض الصناع constructors توليد القدرة المتفاعلة التي يمكن ضبطها بالتدريج بربط عدد اكثر او اقل من المتسعات. ويستعملون كذلك ثايرسترات ولكن تعمل في هذه الحالة كقاطع ساكن للتيار وتغلق التماسات عندما يكون الجهد على اطرافها صفراً، والذي يسمح بالغاء الحدود (السنون) القوية للتيار المتسببة من الوصل للمتسعات في لحظة غير ملائمة .

2) عندما تسمح الشبكة ، نستطيع عمل التنظيم (درجة حرارة فرن ، سرعة محرك ..) بتغدية الحمل في اوقات متقطعة . نستعمل منظما يشتغل كقاطع ساكن للتيار وليس كمنظم بمعنى الكلمة .

عندما يقدم المنظم المضبوط فارق دون القيمة المستودعة، تغذى جميع البوابات وبذلك تدخل الثايرسترات واحداً بعد الاخر في حالة التوصيل عندما يصبح جهدها المصعدي. موجب. ولقيمة اعلى من حد القيمة المستودعة، توقف تغذية البوابات بذلك تنطفيء الثايرسترات، واحداً بعد الاخر عندما تتصفر تياراتها المباشرة. كلما كان الفارق المسموح به قليلاً، ارتفع ايقاع الدورات غلقاً _ فتحاً كقاطع التيار الساكن.

تستعمل المنظومات الاكثر بساطة وهي غالباً منظم مختلط او منظم بشك منظم بشك مثلب منتوح ، ويكون الاخر من تركيب غير متوازن وعندما يكون ايقاع التشغيل سريعاً فان احد الاطوار يكون محملا اكثر من الطورين الاخرين .

 احياناً نستعمل منظم فولتية لغرض تغذية محولة تحت جهد متغير التي تكون بها الجهود الثانوية مقومة بواسطة ثنائيات.

تلعب المجموعة منظم فولتية _ محولة _ ثنائيات دوراً لمنظومة مقومة مجهزة بجهد مقوم متغير بصورة مستمرة من قيمته القصوى الى الصفر.

تستعمل هذه المجموعة :

- اما لغرض الحصول على تيارات مقومة عالية جدأ وبجهد قليل جدأ.
 - اما لغرض الحصول على جهود مقومة عالية جداً.

 $\theta = \psi$ ais Th₄

وفي الحالتين تكون الثايرسترات الموضوعة في الجانب المستمر غالية الثمن جداً ومن الأفضل وضعيا اعلى من المحولة.

ولكن من البديهي أن يكون التشفيل للمنظم، والذي يكون خاضعاً لطبيعة الحمل الذي يغذيه، مختلف بصورة واضحة عن التشفيل الموضح لحالة التقطيع على معانعات ثابتة.

تمارين الفصل الخامس

تمرین 1 منظم ثلاثی العلور بثایرسترات یقطع علی محادثة صرفة .
تمرین 1 منظم ثلاثی العلور بثایرسترات یقطع علی محادثة صرفة .
تسلط الجهود البسیطة v_A , v_B , v_C البسیطة ثلاثی , v_A v_B , v_C البسیطة ثلاثی , v_C = $v_m \sin(\theta - 4\pi/3)$, v_C = $v_m \sin(\theta - 4\pi/3)$, v_C = $v_m \sin(\theta - 4\pi/3)$,
مجموعات من ثایرسترین v_C = $v_m \sin(\theta - 4\pi/3)$ v_C = v_C

1 عطي علاقات الجهود v_A', v_B', v_C' على اطراف الحمل وللتيارات i_B ، i_C التي تمر خلالها وفي حالتي التشغيل وخلال الفترة المحصورة بين ψ 4 و $\pi/3$. ارسم اشكال الموجات للجهد χ' وللتيار i_A .

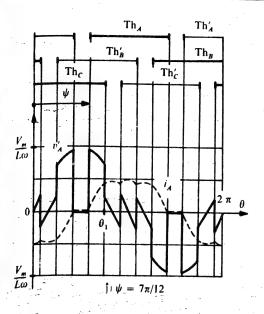
 v_A' v_B' v_C' للجهود V', I, V', I, I_1 , وللتيارات i_1 ، i_2 . i_3 وللاصلي لمها ، انسب الجهود الى القيمة الفعلية V' لجهود التغذية بسرعة زاوية v0 والتيارات الى القيمة الفعلية $v/L\omega$

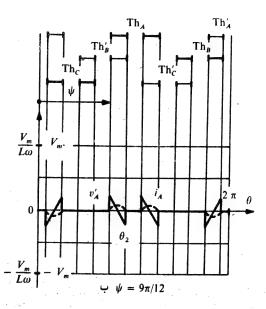
 au_{1} باستنتاج نسب التوافقات للجهود au_{1} ونسب التوافقات للتيارات $au_{1} = \sqrt{V'^{2} - V_{1}'^{2}}/V'$ $au_{1} = \sqrt{I^{2} - I_{1}^{2}}/I$

ارسم المنحنيات التي تبين التغيرات للكميات V', I, τ_V, τ_I ، الزاوية ψ .

الحالة الأولى : $\psi < \psi_i$ توصيل لثلاثة مقومات أو لمقومين (الشكل (15.24 . توصل Th_A, Th'_B et Th_C الثايرسترات $\psi < \theta < \theta_1$ عند ψ $v'_A = v_A; v'_B = v_B; v'_C = v_C;$ $i_A = V_m[-\cos\theta + \cos\psi]/L\omega;$ $i_B = V_m[-\cos{(\theta - 2\pi/3)} - 2\cos{\psi}]/L\omega;$ $i_C = V_m[-\cos{(\theta - 4\pi/3)} + \cos{\psi}]/L\omega$. تكون قيمة زاوية الاطفاء Tann-off angle للثايرستر Thc مساوية ، ر Th $_A$ و Th $_B'$ الثایرسترات $\theta_1 < \theta < \psi + \pi/3$ عند. $4\pi/3 - \psi$ $v'_A = -v'_B = (v_A - v_B)/2;$ $v'_C = 0;$ $i_C = 0;$ $i_A = -i_B = \frac{V_m}{L\omega} \left[-\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) + \frac{3}{2} \cos \psi \right].$ $\psi_i = 2\pi/3$ عند ψ, θ الفترة الحالة الثانية : $4\pi/3 < \psi < 5\pi/6$ توصيل القومين او الاتوصيل العسوم (الشكل 5.24 ب) عند $\psi < \theta < \theta_2$ توصل Th' توصل نوصل $v'_A = -v'_B = (v_A - v_B)/2;$ $v'_C = 0;$ $i_C = 0;$ $i_A = -i_B = \frac{V_m}{L\omega} \left[-\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \left(\psi + \frac{\pi}{6}\right) \right].$ $\theta_2 = 5\pi/3 - \psi$ عند i_B و i_A تتصفر التيارات عند $\theta_2 < \theta < \psi + \pi/3$ عند نكون جميع المقومات مطفية (غير موصلة) $v'_A = v'_B = v'_C = 0$; $i_A = i_B = i_C = 0$

 $\psi = \pi/2 + \pi/12$ عند i_A والنيار v_A' والنيار v_A' عند 0 والنيار 0 عند 0 والنيار والحالة الأولى) وعند 0 وعند 0 وعند 0 والحالة الثانية) بالأشارة على 0





الشكل .24. 5

$$v'_{A}(\theta + \pi/3) = -v'_{B}(\theta);$$
 $v'_{A}(\theta + 2\pi/3) = v'_{C}(\theta);$ $v'_{A}(\theta + \pi) = -v'_{A}(\theta),$

 i_c , i_B , i_A على ان العلاقات نفسها تطبق على ان العلاقات مميـزات -1الحالة الأولى

$$\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{5}{2} - \frac{3\psi}{\pi} + \frac{3}{2\pi}\sin 2\psi}; \qquad \frac{V'_1}{V} = \frac{I_1}{V/L\omega} = \frac{3}{2\pi} \left(\frac{5\pi}{3} - 2\psi + \sin 2\psi\right);$$

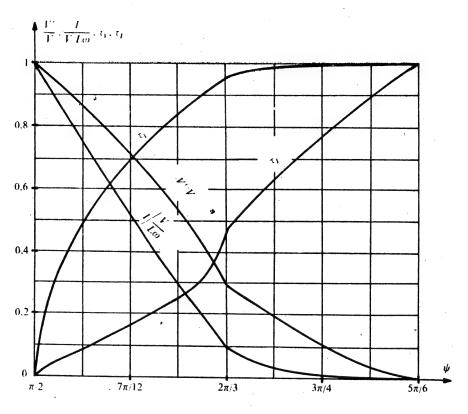
$$\frac{I}{V/L\omega} = \sqrt{\frac{5}{2} - \frac{3\psi}{\pi} + \left(7 - \frac{6\psi}{\pi}\right)\cos^2\psi + \frac{9}{2\pi}\sin 2\psi}.$$

الحالة الثانية

$$\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{5}{2} - \frac{3\psi}{\pi} + \frac{3}{2\pi}\sin\left(2\psi + \frac{\pi}{3}\right)};$$

$$\frac{V'_1}{V} = \frac{I_1}{V/L\omega} = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{5\pi}{3} - 2\psi - \sin 2\left(\psi - \frac{\pi}{3}\right)\right];$$

$$\frac{I}{V/L\omega} = \sqrt{\frac{5}{2} - \frac{3\psi}{\pi} + \frac{9}{2\pi}\sin\left(2\psi + \frac{\pi}{3}\right) + \left(5 - \frac{6\psi}{\pi}\right)\cos^2\left(\psi + \frac{\pi}{6}\right)}.$$



الشكل .25 . 5

تمرين 2 . ثلاث منظمات ر احادية الطور مقترنة بشكل مثلث مقارنة لتيارات الاطوار ولتيارات الخطوط .

جمعت ثلاثة منظمات احادية الطور الموصلة كل واحد مع مقاومة صرفة ، بشكل مثلث . ربطت رؤوس المثلث بالاطراف A, B, C انظر الشكل 5.19).

تمثل الجهود المركبة من خلال v_A, v_B, v_C حيث تكون

$$v_A = V_m \sin \theta$$
; $v_B = V_m \sin (\theta - 2\pi/3)$; $v_C = V_m \sin (\theta - 4\pi/3)$.

وتيارات الاطوار هي i_{B} i_{B} i_{B} وتيارات الخطوط i_{A} هي i_{B} i_{A} وتيارات الاطوار هي الترتيب الاعتيادي i_{B} i_{A} ، i_{B} ، i_{A} ، $i_{$

سنميز ثلاث حالات مطابقة لتقطيع ثلاثة مقومات او لمقومين ، لمقومين او لمقـوم واحد ولمقوم واحد اولا تقطيع لمقوم

- احسب وفي الحالات الثلاثة القيمة الفعلية / لتيارات الاطوار والقيمة الفعليسة / لتيارات الخطوط
- الفارق $I_L/\sqrt{3}(V/R)$, I/(V/R) للنسب $I_L/\sqrt{3}(V/R)$ الفارق بين اهمية التوافقات الملغاة .

اجسسوبسة

$$\begin{split} I &= \frac{V}{R} \sqrt{1 - \frac{\psi}{\pi} + \frac{\sin 2\psi}{2\pi}} \\ 0 &< \psi < \pi/3 \; , \qquad I_L = \frac{V\sqrt{3}}{R} \sqrt{1 - \frac{4\psi}{3\pi} + \frac{2}{3\pi} \sin 2\psi} \; . \end{split}$$

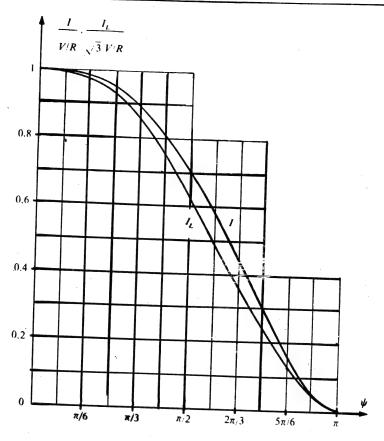
$$\pi_{i}3 < \psi < 2\pi/3 , \quad I_{L} = \frac{V\sqrt{3}}{R} \times \\ \times \sqrt{\frac{8}{9} + \frac{\sqrt{3}}{6\pi} - \frac{\psi}{\pi} - \frac{1}{3\pi} \left[2\sin 2\left(\psi - \frac{\pi}{3}\right) + \sin 2\left(\psi + \frac{\pi}{3}\right) \right]} \\ 2\pi/3 < \psi < \pi , \qquad I_{L} = \frac{V\sqrt{3}}{R} \sqrt{\frac{2}{3} - \frac{2\psi}{3\pi} + \frac{1}{3\pi}\sin 2\psi} .$$

ومنه المنحنيان للشكل 5.26

تمرين 3: منظم مختلط يقطع على مقاومات صرفة يقطع المنظم المختلط الموضح في الشكل 5.21 على ثلاثة مقاومات R متساوية . جهود التغذية هي v_A, v_B, v_C بحيث

$$v_A = V_m \sin \theta$$
; $v_B = V_m \sin (\theta - 2\pi/3)$; $v_C = V_m \sin (\theta - 4\pi/3)$.

 $\theta = \psi + 4\pi/3$, $\theta = \psi + 2\pi/3$ $\theta = \psi$ size $\theta = \psi + 4\pi/3$. Then $\theta = \psi + 4\pi/3$, $\theta = \psi + 2\pi/3$ $\theta = \psi + 4\pi/3$. Then $\theta = \psi + 4$



الشكل .26. 5

و المحصورة بين المقومات خلال الفترة المحصورة بين المقومات خلال الفترة المحصورة بين $v_{\rm Th_C}$. $v_{\rm Th_B}$. $v_{\rm Th_A}$. $v_{\rm Th_A}$ وللحالات الثلاث للتشغيل المتعاقبة . ارسم اشكال الامواج للجهود $v_{\rm Th_A}$. $v_{\rm H_A}$. $v_{\rm H_A}$

اجبوبية

الحالة الاولى : $\psi < \psi < 0$ توصيل لثلاث مقومات او لمقومين عندما يقد ح الثايرستر D_B يكون كل من الثايرستر D_B والثنائي D_B موصلا وفترة التوصيل المتزامل لثلاثة مقومات تبدأ . اذا كانت الزاوية ψ اكبر من $\pi/3$ فالتيار $\pi/3$

ينعكس وباخذ الثنائي D_c مكان Th_c في اللحظة Ψ/ω ، واذا كانت Ψ اقل من $\pi/3$ من $\pi/3$ ، فالانتقال من الثايرستر $\pi/3$ الى الثنائي $\pi/3$ تتم عند $\pi/3$ على $\theta=2\pi/3$ المنائع حتى تصبح الزاوية $\pi/3$ وينطفيء الثنائي $\pi/3$

عند D_c القومات D_a ، Th $_c$ ، D_b ، Th $_d$ عند $0 < 2\pi/3$ او $0 < 2\pi/3$

 $v_A' \,=\, v_A \,; \qquad v_B' \,=\, v_B \,; \qquad v_C' \,=\, v_C \,; \qquad v_{\mathsf{Th}_A} \,=\, v_{\mathsf{Th}_B} \,=\, v_{\mathsf{Th}_C} \,=\, 0 \;.$

عند D_c عند D_c عند D_c المقومات D_c المقومات D_c توصل

 $v'_A = -v'_C = (v_A - v_C)/2;$ $v'_B = 0;$ $v_{\text{Th}_B} = 3 v_B/2.$

يتصفر الجهد v_A-v_c عند $\theta=7\pi/6$ عند عند يتصفر الجهد

 $\psi_{2i} = \pi/2$ $\psi + 2\pi/3 = 7\pi/6$,

الحالة الثانية : $\psi < \psi < \psi_3$ ، توصيل لثلاثة مقومات او لمقومين او لأ توصيل لمقوم .

تماما يمثل القدح للثايرستر Th_A لايوجد اي مقوم في حالة توصيل وبدءاً من D_B يرجع جزءا من التيار المار خلال الثاني D_B عندما يتوقف الجهد D_B من ان الاخر خلال الثنائي D_B ينطفيء الثنائي D_B عندما يتوقف الجهد D_B من ان يكون سالبا اذن عند D_B بعد ذلك المقومان D_B و يوصلان حنى D_B والتي بها يتصفر الجهد . لايوجد اي مقوم موصل خلال الفترة المحصورة بين D_B الحد D_B الحد D_B بين D_B الحد D_B ال

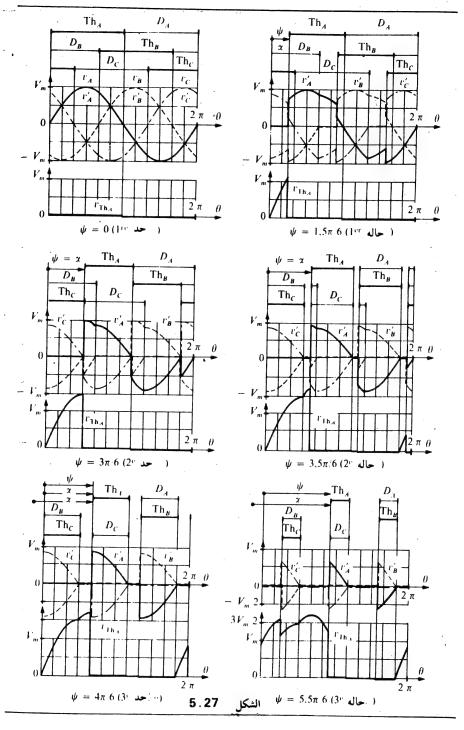
خلال الفترة $7\pi/6$. $7\pi/6$ نغلق . تيارات التسرب Leakage خلال الفترة والقليلة للثايرسترات والتي يوجد على اطرافها جهدا موجبا . بواسطة الثنائي المتصل مع الطرق الاكثر سلبية للمصدر

 $D_{\rm C}$ و بي $\psi < \theta < 2\pi$ عند 3 عند $\psi = \psi + \theta$ عند 3 عند 3 عند 3

 $v_A^{'} = v_A^{}; \qquad v_B^{'} = v_B^{}, \qquad v_C^{'} = v_C^{}; \qquad v_{\mathrm{Th}_A} = v_{\mathrm{Th}_B} = v_{\mathrm{1h}_C} = 0 \; .$

 $D_{\rm C}$ و Th $_{\rm A}$ عند $0 < 7\pi/6$ عند -2π 3 $< \theta < 7\pi/6$ عند

 $v_A' = -v_C' = (v_A - v_C)/2; v_B' = 0; v_{Th_B} = 3 v_B/2.$



عند $\psi + 2\pi$ کانه توصیل $7\pi/6 < \theta < \psi + 2\pi/3$ عند

 $v_A' = v_B' = v_C' = 0; \qquad v_{\mathrm{Th}_A} = 0; \qquad v_{\mathrm{Th}_B} = v_B - v_A; \qquad v_{\mathrm{Th}_C} = v_C - v_A.$

يتوقف هذا التشغيل عندما تختفي الفترة بثلاث مقومات موصلة ومحصورة بين $\psi_{3i}=2\pi$ اذن $2\pi/3$. ψ

الحالة الثالثة : $7\pi^6 > 4 > 2\pi^3$. توصیل لقومین اولا توصیل لمقوم القدح للثایرستر Th_a یسبب مرور تیار یعود خلال الثنائی الوحید D_c یتصفر هذا التیار مع الجهد $v_a - v_c$ عند $0 = 7\pi/6$

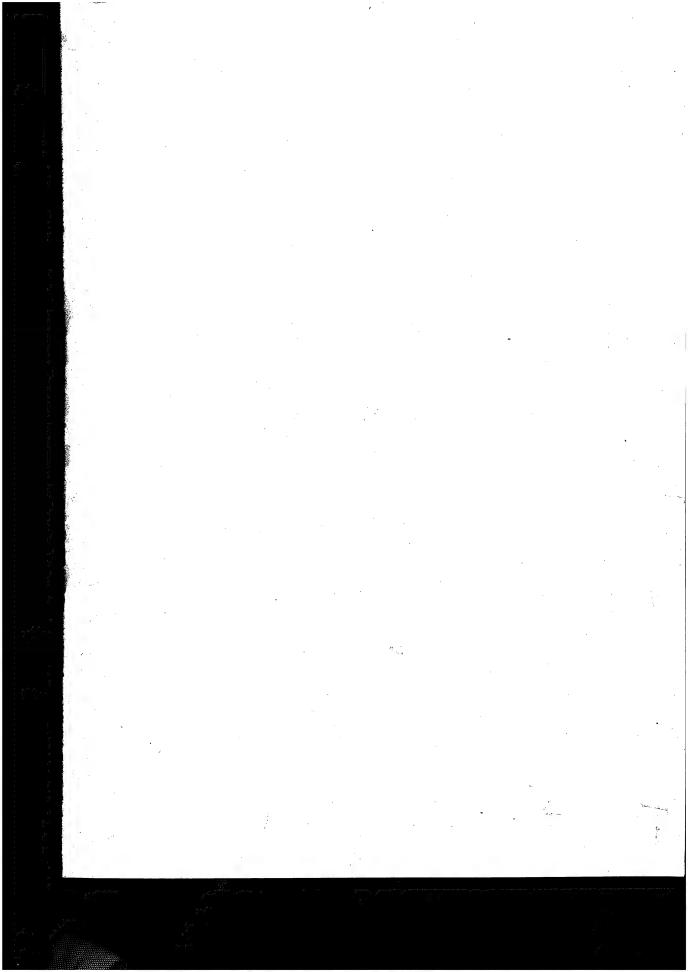
 D_c عند D_c عند $0 < 7\pi$ موصلات $0 < 7\pi$

 $v_A' = -v_C' = (v_A - v_C)/2;$ $v_B' = 0;$ $v_{Th_E} = 3 v_B/2.$

عند $\psi + 2\pi/3$ مطفیة - عند $\psi + 2\pi/3$ عند -

 $v_A' = v_B' = v_C' = 0 \; ; \qquad v_{\mathrm{Th}_A} = 0 \; ; \qquad v_{\mathrm{Th}_B} = v_B - v_A \; ; \; v_{\mathrm{Th}_C} = v_C \stackrel{\cdot}{-} v_A \; .$

 $\psi=0: \psi=1.5\pi/6: \psi_{21}: \psi=3.$ وسمت اشكال الأمواج المطابقة لزاوية $5\pi/6: \psi_{31}: \psi=5.5\pi$ 6 في الشكل $5\pi/6: \psi_{31}: \psi=5.5\pi$ 6



مُقطعاتُ النَّارِ المسّتعرّ

choppers

تستطيع تغيير القيمة المتوسطة للتيار المستمر بتبديل الربط بصورة دورية connexions بين مصدر جهد مستمر وحمل للتيار المستمر.

بتغذية الثايرسترات ، المستعملة لاداء هذه التغيرات للربط ، بالتيار المستمر ، فانها تميل الى التوصيل المستمر بمجرد قدحها . وسيكون اخماد هذه الثايرسترات اصلاً في الصعوبات .

غذيت المنظومات التي درسناها لعد الان، سواء كانت منظومات مقومة (rectifiers systems) ام منظمات قولتية التيار المتناوب (rectifiers systems)، بالتيار المتناوب والسياق الاعتيادي للتشغيل يؤدي الى الانطفاء الطبيعي للمقومات حين يتوجب عليها ايقاف التوصيل. ولكن بخلاف ذلك للمنظومات المغذاة بالتيار المستمر وهي مقطعات التيار المستمر والمغيرات المستقلة (inverters).

ايضاً يجب التفكير ومنذ البدء بهذا الفصل بمشكلة التبديلات وبما يتعلق بالاطفاء للمقومات. سيسمح لنا هذا بتحديد المجال لاستعمال ترانسترات القدرة (PowerFransistors) الذي سنتكلم عنه في نهاية الدراسة لمقطعات التيار المستمر.

ا . مقدمات

1.1. التبديلات

نطلب في الكترونيات القدرة من المقومات بتعديل وبطريقة دورية الهياة لدائرة بلعب دور القاطع للتيار الذي يفتح اويغلق تبعاً لتعاقب محدد . غالباً نطلب من المقومات ان تفتح وفي هذه الحالة يمر خلالها التيار وبصورة احرى لانجاز التبديلات للتيارات . يعنى تبديل التيار انتقاله من مسار الى مسار احر .

تربط صعوبة التبديل بحمليا باخماد التيار في المسار المطلوب فتحه وخصوصاً وبديهياً اذاكان هذا المسار محاثياً من اجل تطويق الصعوبة يجب تمييز .

. حالة تصفير التيار في محاثة

. حالة تصفير التيار في المقوم

. الحالة حيث يحتوي المسار المطلوب فتحه على محاثة ومقوم في الوقت نفسه .

1.1.۱. تبديل لمسار محاثى

تخزن طاقة بقيمة L^{i} (1/2) في محاثة L عندما يمر بها تيار بقيمة L^{i} اذا أردنا ان نوقف مرور التيار في المحاثة يجب نقل هذه الطاقة الى مسار (path) اخر

و يكون التبديل طبيعياعندما يزول (يضمحل) التيار في المساوالمحاثي المراد فتحه ذاتياً قبل اللحظة أو في أثنائها حيث نغلق المسار التالي . هذه هي حالة منظم فولتية التيار المتناوب أجادي الطور يشتغل كمنظم فولتية بمعنى الكلمة أوكقاطع للتيار مغلق .

. عندما ينتقل التيارمن مسار لأخرتحت تأثيرمصدر أوحمل فان التبديل يكون طبيعيا لأنه لا يحتاج الى اضافة عناصر مساعدة للمخطط الأصلي للمنظومة

هذه هي التبديلات التي تتم في منظومات التقويم المشتغلة بتوصيل مستمر يتم الانتقال للتيار I_{\star} (الشكل 3.12) من المسار بمحاثة N_2 اذ يصبح معبراً للتيار بتقطيع الثنائي D_{\star} الى المسار من المحاثة نفسها حيث الادخال للثنائي D_{\star} في حالة التوصيل يجعله معبراً للتيار ، بواسطة الشبكة وهي التي تجهز جهد التبديل v_2-v_1

المؤمن لانتقال التيار ، ل من مسار لآخر . نجد الظاهرة نفسها في منظومات التقويــــم بثايرسترات (الشكل 4.6) .

لغرض تمييز نوعي التبديل الطبيعي ، ذلك بتيار صفر وذلك بتيار ليس صفراً . غالباً نصف التبديل الأول بالتبديل الحر والتبديل الثاني بالتبديل المستفيد

عندما يكون التيار المطلوب نقله لا يساوي صفراً وبان كلاً من المصدر والحمل لا يؤمن هذا الانتقال فالتبديل يكون قسرياً (forced commutation) ويحتاج لاضافة دوائر مساعدة

2.1.I. تبديل لمقوم وحيد

يتركز التبديل لمسارلا محاثي يحتوي على مقوم بصورة رئيسة على اطفاء المقوم يمكن ان يكون هذا الاطفاء طبيعياً أي تلقائياً او ينتج ذاتيا بواسطة المرحلة التالية لتشغيسل المنظومة ، أو قسرياً أي ينتج من فعل خاص للاطفاء

تعتمد الطاقة المستعملة للاطفاء القسري على سرعة الاطفاء للمقوم . اعتيادياً تكون أقل من الطاقة الضرورية في التبديل لمحاثة .

3.1.I · تبديل لجموعة محاثة - مقوم

عندما يحتوي المسار المطلوب فتحه على محاثة ومقوم في الوقت نفسه يجب ان نبحث عن أي من الظاهرتين هي الأهم ، هل انتقال الطاقة من المحاثة أم الأطفاء للمقوم . غالباً تأثير المحاثة هو المرجع .

لذلك وفي دراسة ظاهرة التداخل (overlap) (أي التبديلات) لمنظومات التقويم بثنائيات أو بثايرسترات أخذنا المحاثات بالنظرة المفهومة واستطعنا ان نفرض على أن المقومات مثالية .

1.2. حالة القطعات بثايرسترات

في أغلب المقطعات يكون التبديل للثايرستر أو للثايرسترات الرئيسة قسريا لكن نتجنب المنظومات اذ يجب تبديل المحاثات وفي الوقت نفسه هذه المقومات

نستعمل متسعات مشحونة بصورة ملائمة من أجل انتاج جهود التبديلات. في مقطعات التيار المستمركما في المغيرات المستقلة تلعب المتسعات دوراً رئيساً

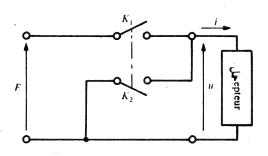
يحتاج اطفاء الثايرستر تصفير التيار الذي يمر من خلاله ثم الحفاظ عليه بجهد سالب على اطرافه خلال فترة من الزمن أكبر من زمن الأطفاء له . التطبيق السريع لجهد موجب مباشر يؤدي الى قد ح في غير وقته .

3.1 . مبدأ مقطع التيار المستمر الخافض للجهد

لغرض تغيير القيمة المتوسطة u_{av} للجهد u على اطراف حمل ، ننجز التكافؤ الساكن لمنظومة مع مقطعات للتيار الموضحة في الشكل 6.1 . يجب ان يكون قاطعي التيار متنامين :

الحمل الجهد E للمصدر على الحمل K_2 ، مغلق K_2 ، مغلق الحمل

مفتوح ، K_2 مغلق : نضع الحمل بشكل دائرة قصيرة . K_1



الشكل .1.6

يكون وجود المفتاح K_2 ضرورياً والا وجب وفي كل حالة فتح للمفتاح K_1 اجلاء الطاقة المخزونة في محاثة الحمل . تسمح هذه المحاثة بجعل التيار i في الحمل أقل تموجاً من الجهد u أيضاً اذا كانت غير كافية يجب زيادتها بواسطة محاثة تنميم (smoothing inductance

يبين الشكل 6.2 شكل الموجه المثالي للجهد u ، المساوي لقيمة E او للصغر حين يكون اما K_1 او K_2 مغلق ويبين ايضاً موجة التيار K_1 اذا كانت E دورة التشغيل لمقطع التيار المستمر وكانت E فترة الغلق للقاطع E للقاطع E

	K ₁	- K ₂	K_1	K ₂	K_1	K ₂
	Th	D	Th	D	K ₁	D
. 4	u					
E						
						ua
0						
. 4	i i					
						,
0	αT					
	•	T				
		•				

الشكل . 6.2

 $_{-}E$ عندما تتغير $_{lpha}$ من الصفر الى $_{lpha}$ يتغير الجهد الحمي الصفر الى عندما

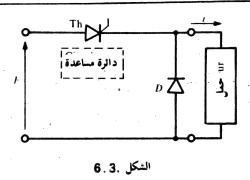
6.1 لانجاز الحول الساكن (static converter) المكافئ للمخطط في الشكل K_2 نستبدل قاطع التيار K_2 بثنائي الاطلاق K_1 (الشكل K_1).

نرى حالاً طبيعة التبديلين الواجب تنفيذهما في كل دورة

يكون التبديل ثنائياً – ثايرستر ، عند D = 1 طبيعيا . عندما يوصل الثنائي D فان الجهد على اطراف الثايرستر D يكون D . النبضة المرسلة على بوابة الثايرستر D الجهد على اطراف الثنائي D مساويا لقيمة D مما

- مما يؤدي الى اطفائه . وينتقل التيار ، من الثنائي D الى الثايرستر Th
- D يكون التبديل ثايرستر ثنائي عند αT , عند التقطيع للثنائي E يجمل الجهد على اطراف الثايرستر E مساوياً لقيمة E ولا يمكنه انجاز عملية اطفاء الثايرستر

يجب استخدام دائرة مساعدة لاطفاء الثايرستر.



ال. أمثلة لدوائر الاطفاء

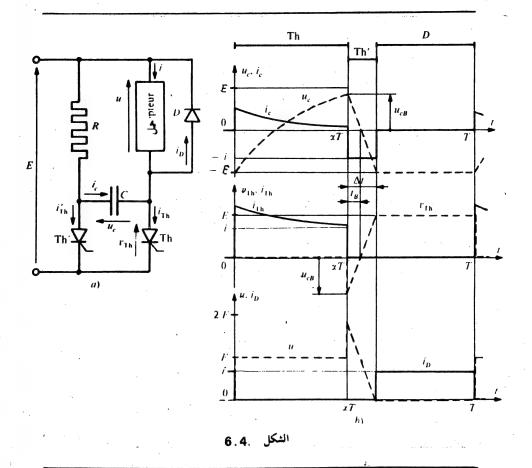
1.11. متسعة مشحونة عبر مقاومة

الطريقة الاسهل للحصول على تبديل قسري هي بانجاز (الشكل 6.4 أ) ارجوجة غير متناظرة (unsymmetric bascule) من ثايرسترين (انظر التمرين 4 نهاية الفصل الثاني) وذلك باضافة متسعة الاطفاء ، ومقاومه الشحن لها الوالثا يرستر المساعد / Th الى الدائرة الرئيسة .

نتتبع التشغيل على افتراض ان الحمل محاثي بصورة كافية لامكانية اهمال التموج في التيار ، الذي يمرخلال الحمل (الشكل 6.4 ب)

- توصيل للثايرستر Th

نقدح الثايرستر Th عند E عند E ويسلط الجهد E ويسلط E ويقدم E عند E مناويا لقيمة E الحالة على اطراف الثايرستر E ويؤكد القدح . ويجعل الجهد E مساويا لقيمة E ويذلك ينطفيء الثنائي E



C عند $0 < i < \alpha$ یمر بالثایرسترکل من التیار α وتیار الشحن للمتسعة

$$u = E;$$
 $i_{Th} = i + i_c;$

$$u_c = E(1 - 2e^{-\frac{t}{RC}});$$
 $i_c = C\frac{du_c}{dt} = \frac{2E}{R}e^{-\frac{t}{RC}}.$

يجب ان يكون الجهد u والمساوي لقيمة u موجبا في نهاية هذه الفترة

- فترة التبديل

يقدح ' μ_{cB} عند αT السذي عسلى اطرافه جهدا بقيمة μ_{cB} . يؤدي ادخال الثايرستر 'Th' ويسلط على اطرافه جهد μ_{cB} . الثايرستر 'Th' ويسلط على اطرافه جهد μ_{cB}

C التوصيل ، ويقطع التيار i من المصدر عبر الحمل و C والثايرستر D تتفرغ المتسعة خطيا

$$\begin{split} u &= E + u_c \,; \qquad u_c = u_{cB} - i(t - \alpha T) \,; \qquad i_c = -i \,; \\ i_{\text{Th}'} &= i + \frac{E}{R} \,; \qquad v_{\text{Th}} = -u_c \,. \end{split}$$

عند u_c عند $u_t = \alpha T + t_B$ من ان يكون سالبا ، و u_c هو زمن الاطفاء للثايرستر الرئيس .

توصيل للثنائي D

عند $t=\alpha T+\Delta t$ عند $t=\alpha T+\Delta t$ عند $t=\alpha T+\Delta t$ عند $t=\alpha T+\Delta t$ عند الجهد على اطراف الثنائي $t=\Delta t$ لقيمة مساوية $t=\Delta t$ الثنائي $t=\Delta t$ الثنائي الثنائي $t=\Delta t$

$$i_D=i$$
; $u_c=-E$; $u=0$.

يؤدي قدح الثايرستر T عند T=t الى بدء دورة اخرى مشابهة للدورة السابقـــة الذكر

من اجل تقليل التكلفة لدائرة الاطفاء ، يجب زيادة قيمة المقاومة R ولكن هذه الزيادة تؤدي الى زياذة ثابت الزمن (time constant لشحن المتسعة ويؤدي كذلك الى تقليل جهد الاطفاء u_{cB} u_{cB}) وزمسن الاطفاء u_{cB} .

تؤدي هذه الصعوبة في حالة منظومات القدرة العالية للبحث عن حيلة لتجنب شحن المتسعة عبر مقاومة . واعتياديا نستدعي خصائص الدوائر التذبذبية (oscillatory).

سنتفحص المخططين الاكثر استعمالاً سواء بصورة مباشرة ام بواسطة بدائلهما

inversion inductance المحاثة العكس . 11.2

نطفأ الثايرستركما في الحالة السابقة وذلك بتسليط الجهد لمتسعة على اطرافه لكن شحن المتسعة خلال فترة التبديل لايعطي لها قطبية ملائمة لذا يجبعكس هذا الجهد.

نستعمل من اجل هذا تفريغ المتسعة في دائرة تذبذبية قليلة التوهين تحتوي على مقوم (انظرالفصل 2 الفقرة 1,3 . ١١ الحالة الثالثة).

اذن يجب شحن المتسعة . عكس جهدها وتطبيق الجهد المعكوس على الثايرستر Th على التوالي .

مخطط بثايرستر مساعد auxil iary thyristor

يقدم الشكل 6.5 المنظومة الأكثر بساطة المستعملة لهذه الطريقة تحتوي الدائرة المساعدة للتبديل على المتسعة C المحاثة D النائي D' والتأيرستر D'

نتتبع التشغيل (الشكل 6.5 ب) على افتراض ان التيار i ثابتاً ايضاً . وبدءاً من الحظة t=0 حيث يكون u مساويا لقيمة t=0

- توصيل لثايرستر Th عكس الجهد -

التقطيع للثنائي D يجعل الجهد على اطراف Th مساوياً لقيمة D والنبضة المرسلة على بوابة الثايرستر D تجعله موصلاً وهذا يؤدي الى اطفاء الثنائي D والتيار D يمر من الان فصاعداً خلال

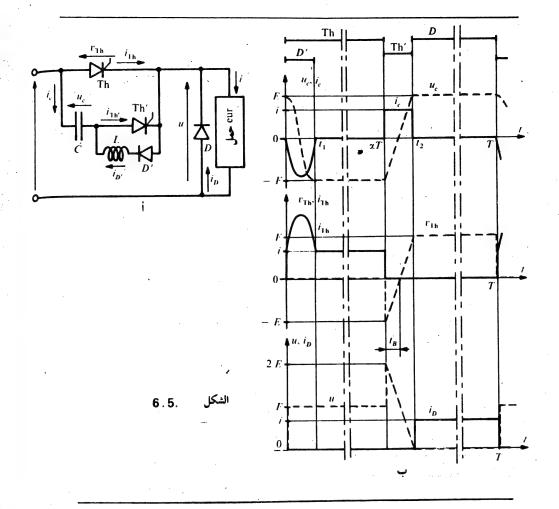
توصيل الثايرستر T_h يغلق الدائرة المكونة من الثنائي D' المحاثة D' والمتسعة المشحونة شحن موجباً ويبدأ التفريغ الدوري الوهمي pseudo- periodic للمتسعة D' بعد نصف دورة وهمية ينطفيء الثنائي D' لان التيار D' يميل على ان يصبح سالباً وينعكس الجهد D' .

عند D'>0 . اذا إهملنا مقاومة دائرة التفريغ للمتسعة D' . اذا إهملنا مقاومة دائرة التفريغ للمتسعة D' .

$$i_{D} = C\beta_{0} E \sin \beta_{0} t = -E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \beta_{0} t, \quad \mathbf{E} \quad \beta_{0} = 1/\sqrt{LC};$$

$$u_{c} = E \cos \beta_{0} t; \quad i_{Th} = i + i_{D}; \quad u = E;$$

$$t_{1} = \pi \beta_{0} = \pi \sqrt{LC}.$$



عند Th لوحدة الثايرستر عند $t_1 < t < \alpha T$

 $i_{\rm Th} = i \, ; \qquad u = E \, ; \qquad u_c = -E \, . \label{eq:theta}$

 $i_c = i_{Th'} = i$; $u_c = \frac{1}{C}i(t - \alpha T) - E$; $v_{Th} = u_c$; $u = E - u_c$.

يتصفر الجهد u_c عند $\alpha T + t_B$ يعطي ، الزمن t_B المساوي لقيمة CE/i زمن الاطفاء للثايرستر Th

يصل الجهد u_c لقيمة $E=t_2$ عند $E=t_2$ عند وتطابق الفترة u_c يصل الجهد التبديل .

توصيل الثنائي D

عند $t=i_2$ عند متصفر الجهد u ويحاول على ان يصبح سالباً ويصبح الثنائي D_{i} موصلاً مؤدياً الى انطفاء الثايرستر 'Th' ومؤمناً مرور التيار i

 $t_2 < t < T$ size

$$i_{\rm Th} = 0$$
; $i_{\rm c} = 0$; $i_{\rm D} = i$; $v_{\rm Th} = u_{\rm c} = + E$; $u = 0$.

عند T = I، تبدء دورة جديدة .

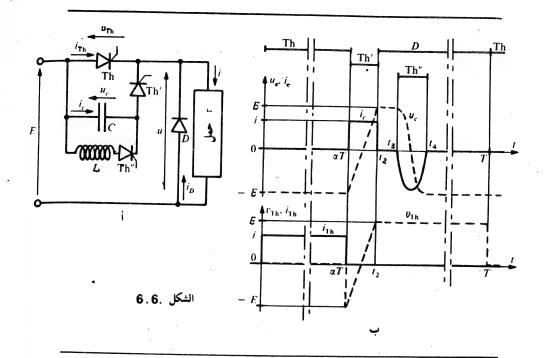
. مخطط بثايرسترين مساعدين

في المنظومات السابقة وبعد قدح الثايرستر Th لانستطيع اطفاءة الابعد فترة زمنية مساوية لقيمة u_{av} ويمتع هذا بالحصول على قيم واطئة جداً للجهد u_{av}

من اجل تعجيل التحضير للاطفاء ، نستطيع فصل انعكاس الجهد u_c من توصيل النايرستر Th بمساعدة المنظومة في الشكل 0.6 . قليلاً بعد نهاية الشحن للمتسعة $t=t_3$ عند $t=t_3$ عند $t=t_3$ كيوصل هذا الثايرستر الا خلال نصف دورة وهمية للدائرة LC.

تكون اشكال الموجات (الشكل 6.6 ب) نفسها كما في حالة المنظومة السابقة . فقط فترة الانعكاس 13.1 يمكن ان تبدأ قبل القدح للثايرستر Th .

يعتبر هذا المخطط الذي يقدم علاوة على فائدة عدم مرور التيار، في الثايرستر الرئيس في حالة انعكاسه واحد من المخططات الاكثر استعمالاً في الجرارات الكهربائية (série excitation) مع محرك تيارمستمربأثارة توالي(série excitation)



3.11 . اطفاء بواسطة ادخال ثايرستر في دائرة تذبذب

تستعمل مجموعة اخرى من المخططات مبدأ الاطفاء التالي ، نركسب (superpose) على التيار ، في الثايرستر المطلوب اطفاؤه تيار التفريسغ الدوري الوهمي لمتسعة فاذا كانت سعة تيار المتسعة اعلى من سعة التيار ، فالتيار الكلي في المقوم يتصفر.

يعطي الشكل 6.7 أَ مخططاً يستخدم هذه الطريقة . اضفنا للدائرة الرئيسة ، وبالاضافة للثنائي D'' الضروري لتأمين قابلية الانعكاس للمقطع ، الثايرستر المساعد D'' والثنائيين D' و D'' والمقاومة D'

C قدح الثايرستــر Th . شحن المتسعــة D عند C عند C يكون الجهد C بقيمة صفر ، يمر التيار C في الثنائي C عند C مساوياً لقيمة C ، نقدح الثايرستر C ان ادخاله في حالة التوصيل C

يجعل الجهد u مساوياً لقيمة E ويطفيء الثنائي D ومن الآن فصاعداً يغذّى التيار i من المصدر عبر الثايرستر i . i على الدائرة المكونة من i و i يسلط التقطيع للثايرستر i ايضا الجهد i على الدائرة المكونة من i و i . i من المعادلة

$$L\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t} + u_c = E \quad \text{if} \quad LC\frac{\mathrm{d}^2 u_c}{\mathrm{d}t^2} + u_c = E,$$

ومن الشروط الحدية $i_c=0$) conditions limits عنسد $i_c=0$ و $u_c=0$ عنسد t=0

$$i_c = E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \beta_0 t$$
; $u_c = E(1 - \cos \beta_0 t)$, $\epsilon = 1/\sqrt{LC}$.

 $2\,E$ عند i_c تبار الثایرستر $i_{\rm Th}$ ، والمساوي لقیمة i_c فقیمة i_c خلال بقیة الفترة i_c عیث i_c عیث i_c عساوی i_c

- اطفاء الثايرستر Th . بداية تفريغ المتسعة C

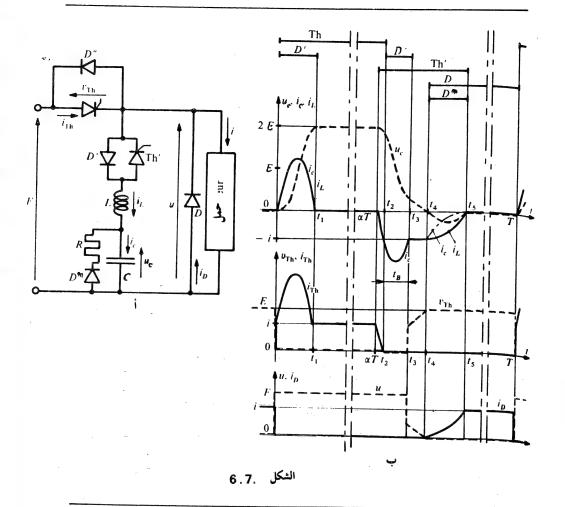
تبدأً عند $T = \alpha T$ عملية الاطفاء للثايرستر Th وذلك بقدح $T = \alpha T$ عند ما يوصل الثايرستر Th (او الثنائي D'') ، فمعادلة الدائرة المساعدة

$$LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = E$$
. $(u_c)_{xT} = 2 E \ \ \ \ \ \ (i_c)_{xT} = 0$.

تعطى

$$u_c = E[1 + \cos \beta_0(t - \alpha T)]; \qquad i_c = -E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \beta_0(t - \alpha T).$$

يقطع الثايرستر Th التيار $i+i_c$ الذي يتصفر، عند $i+i_c$ وعندما تصل قيمة $i-i_c$ ويعاد الى $i-i_c$ ويعاد الى الصدر.



عند $t=t_3$ وفي حالة الانتقال الثاني للتيار i_c لقيمة i_c ، ينطفىء الثنائي D''

يكون زمن الاطفاء للثايرستر Th مساوياً للفترة t_{3} , t_{2} لان الجهد عسلى اطرافه هو هبوط الجهد المباشر (Direct voltage drop) للثنائي D^* بعكس العلامة .

نهاية التفريغ للمتسعة C . اد خال الثنائي D بحالة التوصيل

 $u_c + L \, \mathrm{d}i_c/\mathrm{d}t$ في اللحظة $u_c + L \, \mathrm{d}i_c/\mathrm{d}t$ ، يكون الجهد u_c ، u_c موجبا ايضا ويكون المجموعة $\mathrm{Th} - D''$ مطفأة كذلك موجبا (والذي يمنع التقطيع الثنائي u_c) ، تكون المجموعة u_c والثايرستر u_c النيار أن الى الحمل الا من خلال المتسعة u_c عبر المحاثة u_c والثايرستر u_c المنابرستر u_c المنابر أبي المنابع المنابعة u_c عبد أبيار أبي المنابع الم

$$i_c = -i$$
; $u = u_c + L \frac{di_c}{dt} = u_c = (u_c)_{t_3} - \frac{1}{C}i(t - t_3)$;
 $v_{Th} = E - u_c$.

في اللحظة $D_t = t_4$ الجهد u_c يساوي صفرا ، يدخل الثنائي $D_t = t_4$ التوصيل وينتهي التبديل $D_t = t_4$

بين $_{0}^{t}=t$ و $_{0}^{t}=t$ يمرر الثنائي $_{0}^{t}$ لوحدة التيار $_{0}^{t}$ عند $_{0}^{t}$ اتبدء دورة جديدة عند ما نقد ح $_{0}^{t}$

رسمنا (الشكل 6.7 ب اشكال الموجات للجهد u_c ولكل من i_L و وللجهد i_D و i_D و الفترة i_D و i_D و i_D و i_D و i_D و الفترة i_D و وظهر هذا النوع من المخططات خصوصا الفائدتين التاليتين :

- في حالة اطفاء الثايرستر الرئيسي لايسبب زيادة بالجهد على اطراف الحمل
- نستطيع ربط ثنائي على التوازي العكسي مع الثايرستر الرئيسي . لكن لانستطيع ان نجعله يشتغل بالترددات العالية وخصوصاً بسبب التبديد (dissipation) للطاقة (Li²)/2 في نهاية كل مرحلة اطفاء .

م_لاحظ_ات

أ) تبين العلاقات المعطاة ان اهمية الدائرة المساعدة وخصوصا تلك للمتسعة تزداد مع زمن الاطفاء الضروري للثايرستر . ومنه الفائدة للثايرسترات السريعة اي بزمن استرداد قليل (Law recovery time) .

- ب) لم نبيين في المخططات المفحوصة المحاثات الصغيرة المشبعة التي توضع عـــــلى التوالي مع كل ثايرستر من اجل تحديد زيادة التيار المباشر .
- ج) يوجد اجهزة آخرى للاطفاء . والجهاز الذي سيدرس في الفصل 7 الجزء 3.11 سيكون مهما عمليا عندما نريد ارجحة تيار من مسار لاخرايا كانت اشارته (علامته)

ااا . منظومات مقطعات التيار المستمر

Choppers Systems (Circiuts)

المجموعة المكونة من ثايرستر ودائرته المساعدة للاطفاء تكافي مقومانستطيع بــه التحكم بالغلق والفتح ، في دراسة المنظومات سنمثل المجموعة كثايرستر مضاف اليــه بوابة ثانية وسنسميه بالثايرستر الموجه TC .

نستطيع ، بتعديل المكان المشغول من قبل الثايرستر الموجه TC في منظومة التغيير او في مقطع التيار المستمر ، تغيير المميزات للمنظومة الاخيرة

1.11 مقطع تيار مستمر توالي او خافض الجهد

في الخططات التي جربناها لحد الآن ، وضع الثايرستر الموجه TC على التوالي في الموصل للمصدر والحمل (الشكل 6.8 أ) ، فهو يسمح بتقليل وبصورة مستموة الجهد المتوسط w_{CM} المسلط على الحمل .

اذا كانت T دورة التشغيل و αT فترة التوصيل للثايرستر الموجه (شكل 6.8 ب).

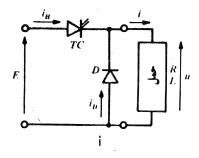
$$u_{\mathbf{g}\mathbf{v}} = \alpha E$$
, $\mathbf{c} \cdot \mathbf{c} \cdot \mathbf{0} < \alpha < 1$

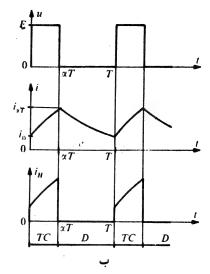
اذا كان الحمل غير فعال (Passive Load) بثوابت R و L . فان حساب معامـل $0 < l < \alpha T$ للتيار i الذي يمر من خلال الحمل سهلا . عند T) للتيار T للتيار T . يوصل الثايرستر الموجه T .

$$Ri + L \frac{di}{dt} = E$$

$$i = \frac{E}{R} + \left(i_0 - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \epsilon \quad \tau = \frac{L}{R}.$$

عند T < t < T الحمل عند D





$$i = i_{xT} e^{\frac{-(t-\alpha LT)}{t}}$$

نستنتج من استمرارية التيار i ومن دوريته مايلي

$$i_{\text{max}} = i_{\alpha T} = \frac{E}{R} \frac{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}$$

$$i_{\text{min}} = i_0 = i_{\alpha T} e^{-\frac{(1 - \alpha)T}{\tau}}$$

بما ان K_0 عمامل التموج ، $i_{av.} = u_{av.}/R = \alpha E/R$ نا التعبير

$$K_0 = \frac{i_{\text{max}} - i_{\text{min}}}{2 i_{\text{av.}}} = \frac{1}{2 \alpha} \frac{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}} (1 - e^{-(1 - \alpha)\frac{T}{\tau}}).$$

يكون تموج التيار عالياً اذا كانت النسبة T/ au كبيرة وكانت α قليلة بتقريب اولي K_0 تكون :

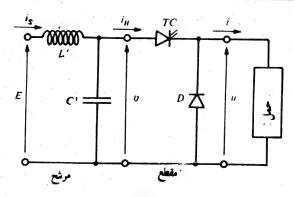
- متناسبة عكسياً مع ثابت الزمن ⁷ للحمل .
- متناسبة عكسياً مع تردد مقطع التيار المستمر .
 - متناسبة مع المدة النسبية لفترات التقطيع

$$K_0 \simeq \frac{T(1-\alpha)}{2\tau}$$
.

ومحاثته R ومحاثته (active load) ومحاثته E ومحاثته ، قوة د افعة كهربائية عكسية E' ولكي يستطيع مصدر الجهد E ان يجهزه بالقدرة ، يجب ان تكون E' اقل من E

حتى وفي حالة كون التوصيل غير مستمر (انظر التمرين 1 في نهاية الفصل) فالتيار في الثنائي D يتصغر خلال الفترة T, αT التي تعطي D يتصغر خلال الفترة D ينظهر التوصيل غير المستمر عندما يقل D عندما يميل عيدما يميل باتجاه الصفر ايا كانت قيمة D فالقيمة المتوسطة للجهد D تميل باتجاه D

- يجب ان يتصرف المصدر المغذي للمقطع كمصدر للجهد ، اي يجب ان يكون الجهد على اطرافه قليل التأثر بالتيار الله الذي يقطعه وخاصة بالتغيرات المفاجئة للتيار i_H عندما يكون لمصدر الجهد E محاثة ذاتية مهمة ، يجب ان توضع متسعة 'E في الدخول لمقطع التيار المستمر (شكل 6.9)
 لهذه المتسعة عمل مضاعف
- تحدد زيادات الجهد (Surg Voltage) المتسببة من محاثة المصدر في حالة التغيرات المفاجئة للتيار الله المعارضة التغيرات المفاجئة للتيار المعارضة التغيرات المفاجئة المتيار المعارضة المع



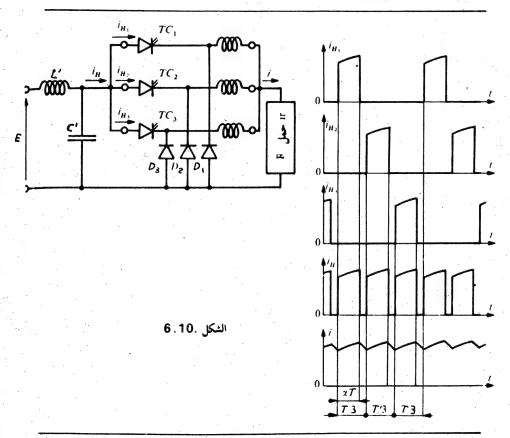
الشكل . 6 . 6

تلعب دور احتياطي الطاقة وتقلل التموج للجهد v في الدخول للمقطع . L' عندما تضاف مثل هذه المتسعة ، غالباً نضع بينها وبين المصدر محاثة اضافية L' ينتج عن المجموعة المكونة من C' و L' فعل الترشيح (Filtatation) وتقلل التموج للتيار i_3 المسحوب من المصدر .

تقلم زيادة التردد تموج التيار المغذى للحمل ويسهل عملية الترشيح للتيار المسحوب من المصدر.

لغرض مضاعفة التردد لهذه التيارات بقدر n مرة تستطيع استعمال n مقطع n شبكة n (مثال n = 3 n . شكل n = 3 n

اذا كسانت T هي دورة التشغيل لكل مقطع ، نزيح فترات التوصيل بزمسن E من 0 الى 1/n نستطيع تغيير قيمة u_{av} من 0 الى 1/n يجب ان يزود كل مقطع بمحاثة تنعيم وبثنائي الاطلاق له

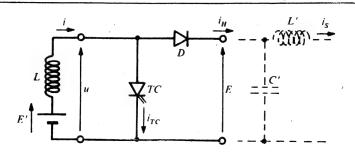


اا . 2 . مقطع تيار مستمر توازي أو رافع الجهد

(Parallel Chopper or Step-up Chopper)

يستطيع مصدر تيار ذو جهد اطراف متوسط u_{av} ان يقطع في مصدر جهد حين يكون جهده E اكبر من u_{av} وذلك بمساعدة المقطع المرسوم في الشكل E .

نقول انما يحصل مولد للتيار او حمل للتيار عندما تقاوم محاثته الداخلية جميسع التغيرات الفجائية للتيار / الذي يعبر من خلاله .



الشكل .11. 6

هذه هي حالة ماكنة التيار المستمروذ لك بسبب محاثة دائرة المنتج مده المحاثة باضافة ملف armature circuit armature للتنعيم (smoothing winding) من اجل تقليل النموذج للتيار ،

يسمى الجهاز او الشبكة المنظور اليه من اطرافه « مصدرا » عندما يستطيع ان يشتغل كمولد اوكحمل تبعا لتقطيعه للقدرة الكهربائية او لاستلامه لها .

نستعمل غالبا المنظومة في الشكل 6.11 من اجل كبح (braking) ماكنــة التيار المستمر بواسطة الاسترداد (regeneration). في الحالة هذه تشتغل كمولد يقطع على المصدر الذي يغذيها عندما تشتغل كمحرك . لهذا نقول بان المقطع وضع بين مصدرين .

من اجل حساب النسبة u_{av} تقريبياً ، نهمل مقاومة مصدر التيار ولا نأخسذ الاقوته الدافعة الكهربائية E' ومحاثته E بنظر الاعتبار .

مطفأ. TC مطفأ. T مطفأ. T مطفأ. T مطفأ.

$$i_H=0\;; \qquad u=0\;; \qquad$$
 ومن
$$E'-\frac{L\;\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}=0$$

$$i=i_0+\frac{E'\;t}{L}\;,$$

لان i_0 تمثل قيمة التيار في بداية هذه الفترة . خلال هذه الفترة يزداد i ليصل الى قيمة $i_{z\tau}$ بحيث

$$i_{xT}=i_0+rac{E'}{L}lpha T$$
 . $\alpha T=i_0+rac{E'}{L}$. يوصل الثنائي $aT< t< T$ مطفاً . $aT< t< T$. $aT< t< T$. $aT< t< T$. $aT< T$. $aT< T$. $aT< T$.

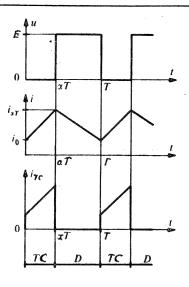
يقل (يتناقص) التيار i . اذا كتبنا ان قيمة التيار i في نهاية الدورة تساوي قيمته في بدايتها ،

$$i_0=i_{\alpha T}-rac{(E-E')}{L}\,T(1-lpha)=i_0+rac{E'}{L}\,lpha T-rac{(E-E')}{L}\,T(1-lpha)$$
نحصل علی
$$E'=(1-lpha)\,E\,.$$

بما ان القيمة المتوسطة للجهد $L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ للدورة تساوي صفرا ، فان القيمة . E' تساوي u تساوي . E'

$$u_{av} = (1 - \alpha)E.$$

يبين الشكل 6.12 اشكال موجات الجهد u التيارات t_{TC} و i كما لمقطع التيار المستمر التوالي



الشكل .12. 6

- يكون التبديل D—TC قسريا لان توصيل الثنائي D يجعل الجهد على اطراف TC مساويا لقيمة E والتبديل كون طبيعيا والتقطيع للثايرستر E يسلط E على اطراف الثنائي D
- حندما يكون i_{av} غير كافيا ، يكون التوصيل غير مستمر ويتصفر التيار خيلال الفترة αT , αT في الحد عندما يجعل αT باتجاه الصفر ، يميل αT باتجاه . الصفر اياً كانت قيمة αT
- بجب ان يتصرف مصدر الجهد E كمصدر للجهد اذا كانت محاثته الداخلية غير مهملة يجب ان نربط متسعة C' على اطرافه . تسمح اضافة المحاثة L الى التسعة C' رسمت بخط متقطع في الشكل L (6.11) بتقليل التموج للتيار L المغذى من المصدر .

3.111 مقطعات التيار المستمر قابلة للانعكاس

Reversibles Choppers

يكون المقطع قابلاً للانعاس اذا سمح بالسيطرة على انتقال الطاقة في الاتجاهيس يوجد عدة انواع من المقطعات القابلة للانعكاس حسب طبيعة المصادر الموضوعة بينها وحسب الكمية quantity) او الكميات التي يسمح بعكسها

سنعطي مثالين للمنظومات المالوفة ثم سنوضح كيف نعمل لغرض كبح المحركات باثارة توالي (series excitation)

مقطعات قابلة لعكس التيار

اذا ربطنا مع المقطع التوالي (الشكل13.6 أما المكون من TC_1 و D_1 المقطع التوازي المكون من TC_2 ومن على مقطع قابل لعكس التيار .

اذا وضعم بين مصدر الجهد حيث يكون جهده E ثابتاً وبين ماكنة تيار مستمر (مصدر تيار يميز من خلال E') فانه يسمح مثلا :

- بتغيير السرعة بعزم معين

- بتغيير العزم بسرعة معينة

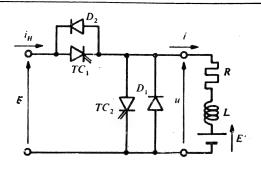
 $i_{av} < 0$ ان اشتغلت الماكنة كمحرك $i_{av} > 0$ او كمولد

$$u_{\mathbf{a}\mathbf{v}'} = \alpha_1 \, E \, ; \qquad E' = u_{\mathbf{a}\mathbf{v}'} - Ri_{\mathbf{a}\mathbf{v}'} \, , \qquad \boldsymbol{\varepsilon} \quad i \quad > 0 \, .$$

كمولد واذا وصل الثايرستر T_{C_2} خلال α_2 لكل دورة

$$u_{av} = (1 - \alpha_2) E \mathcal{J} \quad E' = u_{av} \quad Ri_{av}, \quad \mathcal{L} \quad i_{av} < 0$$

يعطي الشكل 6.14هيأة المميزات $E'(i_{av_i})$ او N(C) بالحقيقة ولغرض تجنب الشذوذ

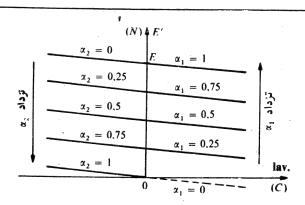


الشكل .13. 6

بسبب التوصيل غير المستمر للقيم الواطئة للتيار av يجب (انظرالتمرين3 في نهاية الفصل) تبني التحكم او السيطرة المتممة

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1,$$

تغذية بوابة القدح للثايرستر TC_1 خلال الفترة $\alpha_1 T$ وتغذية بوابة القدح للثايرستر خلال بقية الدورة . TC_2



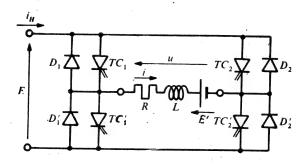
الشكل .14 . 6

مقطع قابل لعكس التيار والجهد لغرض امكانية تشغيل ماكنة التيار المستمر $(E'\ i_{\ \ \ \ \ \ \ \ } Ei_{\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ })$

$$(E'i_{
m av}\simeq Ei_{
m H~av}<0)$$
 اوكمولد $(E'\simeq u_{
m av}>0)$ مرة في الاتجاه الموجب $(E'\simeq u_{
m av}<0)$ اوفي الاتجاه السالب

نستطيع استعمال منظومة بشكل قنطرة(Bridge system)موضعة في الشكل 6.15 (سنجد هذا المخطط ولو يترتب مختلف للتشغيل لغرض انجاز المغيرات المستقلة (inverters)

اذا قدحنا واطفینا TC'_1 و ترامنیا ، نجعلها موصلة خلال TC'_2 ویکون TC'_1 مطفأین بصورة مستمرة ویکون التیار TC'_2 مطفأین بصورة مستمرة ویکون التیار موجباً دومه .



الشكل .6.15

 TC_2' , TC_1 عندما يوصل الثايرستران

$$u = E,$$
 $i_H = i.$

عنها یکونالثایرستران TC_1 و TC_2' مطفأین ، یکون الثنائیان D_2 و موصلین

$$u = -E, \qquad i_H = -i.$$

للجهد uفيمة متوسطة مقدارها $F[\alpha, T-(1-\alpha), T]/T = F(2\alpha-1)$

 $u_{av} = E[\alpha_1 T - (1 - \alpha_1) T]/T = E(2 \alpha_1 - 1).$

اذا u_{av} يكون الجهد u_{av} موجباً ، وتكون القدرة u_{av} موجبة وتشتغل الماكنة كمحرك يدور في الاتجاه الموجب . u_{av} i_{av}

كل والقدرة اذا uav. uav. عكون كل من الجهد uav. القدرة uav. والقدرة uav. عمولد يدور في الاتجاه السالب . Ei_{Hav}

اذا قدحنا واطفينا TC_1 ويكون نجعلها موصلين خلال TC_2 ويكون التيار اسالباً دوماً TC_1 مطفأين بصورة مستمرة ، ويكون التيار اسالباً دوماً TC_1 عندما يوصل الثايرستران TC_1 و TC_1 و TC_2

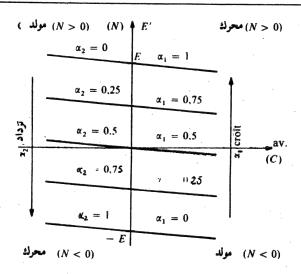
$$u = -E$$
, $i_H = -i$.

 D_1 عندما يوصل الثنائيان D_2 و

$$u=E$$
, $i_H=i$.

يكون u عساوياً لقيمة $E(2 \alpha_2 - 1) - E(2 \alpha_3 - 1)$ يكون u عساوياً لقيمة $E(2 \alpha_3 - 1) - E(2 \alpha_3 - 1)$ موجبة (تشغيل يكون الجهد u عسالباً وتكون القدرة u عصورة بين u عن الماكنة كمولد باتجاه دوران موجب .

يبين الشكل $_{6.16}$ في نظام الاحداثيات $_{i,av}$ الانواع الاربعــــة للتشغيل .



الشكل .16.6

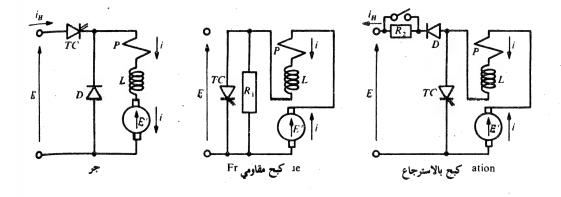
(Braking of seris motor) كبسح لمحرك توالي

تستعمل المحركات باثارة توالي في الجرار الكهربائي ، اي ان ملف الاقطاب P للمحث (exciter) للمحث (exciter) للمحمد المقطع او المقطعات

- في حالة التشغيل كمحرك
- في حالة الكبح المقاومي (Rheostatie Braking
- في حالة الكبح بالاسترداد (Regenerative Braking)

تشتفل الماكنة كمولد خلال التشغيل بالمحبح المحهربائسي p (Electrie Braking) لكي تستطيع ان تدوريجب ان يكون التيارفي b الاتجاه نفسه كما في حالة التشغيل كمحرك ، اذن يجب التأهب لعكس التوصيلات المحث – منتج .

ي معلى الشكل 6.17 مخططات الاساس للحالات الثلاث للتشغيل (لم يظهر مرشح الدخول L' C' ، ويمثل L' محاثة التنعيم) .



الشكل .17. 6

- كبسح مقاومسي

يقطع المولد في المقاومة R_1 او في الثايرستر الموجه TC . كلها كبرت فترات التوصيل للثايرستر الموجه زادت فترة قصر المقاومة R_1 وكلها قلت المقاومة المتوسطة للمقاومة R_1

المربوطة على اطراف الماكنة (انظرائتمرين 2 في نهاية الفصل) اذن نستطيع الحفاظ على قيمة ثابتة للتيار .iav عندما تقل السرعة وكذلك القوة الدافعة الكهربائيسة العكسية .E'

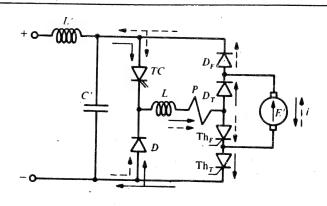
كبــــح بالاستــرداد
 نستعمل التشغيل كمقطع رافع الجهد . كلما كانت السرعة واذن القوة الدافعـــة
 الكهربائية العكسية قليلة قلت نسبة التوصيل للثايرستر T.C

 R_2 من اجل امكانية السكبح في السرع العالية ندخل في هذه الحالة المقاومة وفقط . يجب ان يكون

$$E'_{\max} - R_2 i_{\max} < E.$$

- بمساعدة مبدلات ميكانيكية (mechanical com mutator) اومبدلات ساكنة تعدل هيأة الدائرة بصورة تساعد على استعمال الثايرستر الموجه نفسده .

يعطي الشكل 6.18 مثالاً لمبدل ساكن جر-كبح) - حبح الشكل 6.18



الشكل . 6.18

حكمحرك ، يقدح الثايرستر Th_T بينما يبقى Th_F مطفأ ، التيار i يمرخلال D وخلال D (اسهم بخطوط متواصلة) . ربط الثايرستر D والثنائي D ليكونا مقطع توالي .

في حالة الْكبح بالاسترداد ، يقدح Th_F ويبقى Th_T مطفيء . يمر النيار TC مخلال TC وخلال D_F (اسهم بخطوط متقطعة) . ربعل الثايرستر D والثنائي D تبعاً لمخطط مقطع توازي .

TC و ما تا بتصغیر التیار فی Th_T و Th_T و میعیاً بتصغیر التیار فی

4. 111 مقطعات بأرتباط غير مباشر

التسمع المقطعات بارتباط مباشر المفحوصة لحد الان بنقل الطاقة :

بين مصدر الجهد وحمل للجهد

بين مصدر التيار وحمل للتيار

يحب ان يكون المصدر والحمل من طبيعة مختلفة

مــن جانب اذا كان الجهد بدون عدم استمرارية ، المقطع يعدل دوريا التوصيلات بين الدخول والخروج وفي الجانب الاخريظهر الجهد قسريا عدم الاستمرارية .

مسن جانب اذا كان التيار لايخضع لعدم الاستمرارية من الجانب الاخر يكون متقطعا.

المقطع التوالي يوصل مصدر جهد الى حمل للتيار والمقطع التوازي يوصل مصدر تيار الى حمل للجهد . في المنظومات القابلة للانعكاس للاشكال 6.13 و 6.15 هو جهد اطراف مصدر التيار

رأينا كيفية تغيير طبيعة المصدر

- نعمل مصدر جهد باضافة محاثة على التوالى

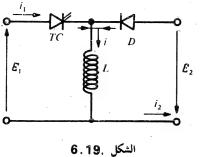
- تعمل مصدر تيار باضافة متسعة على التوازي

كــذلك في المنظومة للشكل 6.9 نعمل المحاثة L' على ان يجهزالتيار i_s من مصدر تيار ثم تعمل المتسعة C' على ان يجهز الجهد من مصدر جهد الإضافات نفسها الحمل تعدل طبيعته بالطريقة نفسها .

• لاجل نقل الطاقة من مصدر الى حمل من الطبيعة نفسها يجب استعمال مقطع بارتباط غير مباشر او بالتراكم (accumilation) يرتبط عنصر خزن الطاقة (محاتة او متسعة) مرة بالدخول ومرة بالخروج

مقطع بتراكم محاثي

عندما يكون المصدر مصدر جهد والحمل حمل جهد ، نستعمل محاثة كعنصر للخزن (الشكل 6.19)



خلال کل دوره T ، يوصل T خلال T ويوصل D خلال T عندما يكون TC موصلا ، يزداد التيار i في المحاثة (شحن): وعندما يكون D موصلاً يقل التيار i (تفريغ) $0 < t < \alpha T$ sic

$$i=i_1$$
; $E_1=L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$; $i=i_0+\frac{E_1}{L}t$.

عندما

$$t = \alpha T, \qquad i_{\alpha T} = i_0 + \frac{E_1}{L} \alpha T.$$

یکون $\alpha T < t < T$.

$$i=i_2\,; \qquad E_2=-\,L\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}; \qquad i=i_{\alpha T}-\frac{E_2}{L}\,(t-\alpha T)\,.$$

وعندما

$$t = T$$
, $i_T = i_{\alpha T} - \frac{E_2}{L} T(1 - \alpha)$.

في الحالة المستقرة عندما يكون i_{7} مساويا لقيمة i_{0} نحصل على

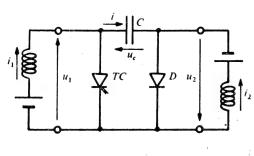
$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

13

 L_{00} الى L_{10} من L_{20} من L_{20} الى L_{20} الى L_{20} من L_{20} الى L_{20}

تحققنا من ان التبديل D—TC قسري والتقطيع للثنائي D. يسلط جهدا TC يسلط جهدا TC على TC ويكون التبديل TC التبديل TC على TC يسلط جهدا TC على اطراف D على اطراف D على اطراف D على اطراف D

- مقطع بتراكم سعوي عندما يكون عنصر التراكم متسعة عندما يكون عنصر التراكم متسعة (الشكل 6.20).



الشكّل .20 6

-:C عند T<lpha T وينطفى T وينطفى T عند 0<t<lpha T

$$i = i_1; \quad u_c = u_{co} + i_1 t;$$

عندما

$$t = \alpha T$$
, $u_c = u_{co} + i_1 \alpha T$.

عند $\alpha T < 0$ المتسعة C عند من وينطفى D_- وينطفى وينطفى من وصل

$$i = -i_2;$$
 $u_c = u_{co} + i_1 \alpha T - i_2(t - \alpha T);$

$$t = T$$
; $u_c = u_{co} + i_1 \alpha T - i_2 (1 - \alpha) T = u_{co}$.

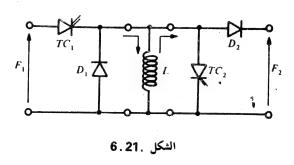
ومنه

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

نستطيع ان تجمل مقطعاً بارتباط غير مباشر قابل للانعكاس ، ففي هذه الحالة ثايرستران موجهان يكونان ضروريين . تبعا لقابلية العكس المطلوبة ، يجب أو لا يجب ربط عنى التوازي مع الثايرسترين ثنائيين مربوطين بالتواري العكسي .

بالامكان تأمين انتقال الطاقة بين مصدر وحمل من الطبيعة نفسها بواسطة وضع مقطمين تقليد بين على التوالي .

الشكل 6.21 يعطي مثال . مصدر الجهد E_1 يغذي وبواسطة مقطع توالي للتيار المستمر (TC_1,D_1) المحاثة L التي تلعب دور حمل للتيار . تتصرف المحاثة L كمصدر للتيار ازاء المقطع التوازي (TC_2,D_2) الذي يغذي . الحمل للجهد E_2



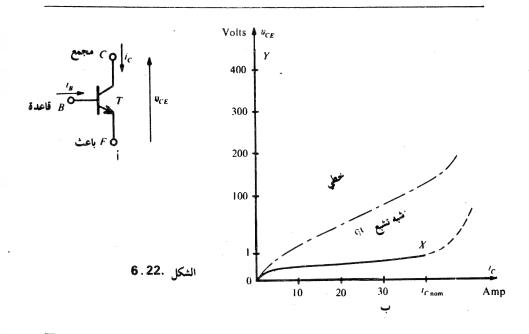
(Power Transistors) ترانز سترات القدرة . IV

يعمل الآن من ترانزسترات القدرة ، وبسبب التقدم المكتمل لتكنولوجيا هذا الترانزستر مبدل يستعمل في الكترونيات التيارات العالية .

يستطيع ان يجهز جهوداً مباشرة من عدة منات من الفولتات. ويستطيع تمكين توصيل التيارات مباشرة وحجرها من عدة عشرات من الامبيرات.

يسسمع اذن بانجاز مغيرات ذات قدرة تتعدى 100 كيلووات . استعمالة أكثر هشاء واكتسر دقة من الثايرستر ، ويسمع بالتشغيل بترددات أكثر بكثير من الثايرسترات . لكن في هذه الحالة يجب الحفاظ على تقليل المفاقيد بالتبديل .

الترانزسترات المستعملة هي من نوع NPN (الشكل 6.22). تتم السيطرة بواسطة (base-emitter - الباعث v_{CE} الباعث v_{CE} البعام الأطراف هو فرق الجهد على الاطراف هو فرق الجهد v_{CE} بين الجامع . E (Collector) E



التيار المتحكم به هوتيار الجامع . i. • حالة التوصيل أو الشبع .

عندما يكون التزانز ستر موصلاً . فان له هبوطاً مباشراً بالجهد قليلاً جداً ، نجلمه يشتغل بحالة تشبع (saturated & state) أي بان نعطي للتيار i_B قيمة كافية للسكي يعطي التيار i_C أقل قيمة لهبوط الجهد v_{CE} (الجزء OX الشكل OX فيمة لهبوط الجهد v_{CE}) .

يكون هبوط الجهد في حالة التشبع أقل من ذلك الثايرسترموصل (من 0,5 الي أ فولت بدلاً من 5,1 فولت تقريباً) .

. التيار الاسمي (rated Current) هي قيمة التيار i_C التي يكون عندها . v_{CE} بالتاكيد في حالة التشبع .

منسال: -

 $v_{CE} < 1 \text{ V}, \qquad i_C = 40 \text{ A}, \qquad i_B = 8 \text{ A},$

 $i_B \geqslant 8$ A اذا $i_C \leqslant 40$ A عند $^{+}$ عند أو الذا الترانز ستريكون مشبعاً عند $^{+}$

يجب ان تتحدد سعة الترانزستر بقيمتة القصوى وليس بقيمتة الفعلية أو بقيمته المتوسطة كــما في النّنائي أوفي الثايرسترلان بعد القيمة الاسمية للتيار ، يزداد الجهد على حالة التشبع .

• حالة الاطفاء: -

ينطفىء الترانزستر i مهمل الجزء OY) عندما يكون تيار القاعدة صفراً . يعطى التحديد للجهد المباشر من القيم القصوى لكل من .

 $(i_B=0)$ بد اثرة قاعدة مفتوحة v_{CE}

 $(i_B < 0)$ بد ائرة قاعدة مطفئة ، v_{CE} بد ائرة ا

 v_{CEO} بحدود 2 مرة من قيمة الجهد v_{CEX} بحدود 2 مرة من قيمة الجهد

ملاحظات: -

أ) يجب ان تكون قيمة التيار i_B كافية خلال فترة التوصيل الكاملة ، والا تدخل نقطة التشغيل (Operation Point) في منطقة شبة التشبع $^{\nu}_{CE}$ (quasi Saturation) أوحتى في المنطقة الخطية وعندئذ تكون المفاقيد عالية جداً

. تزداد قيمة g الضرورية بدلالة g في حالة التشبع

ب) نرى الفرق الاساسي بين ثايرسترونرانزستر. تتحكم بوابة الثايرستربد خولة في حالة التوصيل ثم تفقد السيطرة علية. تتحكم قاعدة الترانزستر بالتؤصيل خلال الفترة الكاملة للتوصيل يجب ان تكون دائرة التحكم معدة بصورة افضل ولكن تسمع بتأمين الاخاد لغرض تصفير $_{\rm IC}$ يكفي تصفير $_{\rm IC}$ يلعب الترانزستر وحدة دور الجموعة المكونة من الثايرستر ودائرته المساعدة للاطفاء التي مثلناها بالثايرستر و $_{\rm IC}$ في مخططات المقطعات.

ج) ليس للترانزستر القابلية على الحجز العكسي . التوصيل العكسي تحت تأثير قيمة سالبة غير مهملة للجهد v_{CE} يتلف الترانزستر"

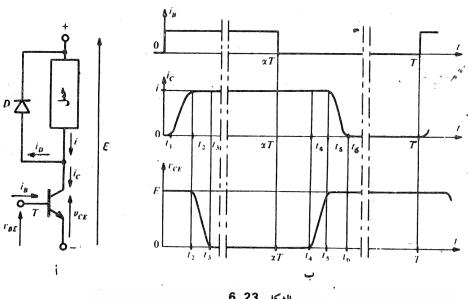
(Improvement of Commutation) تحسين التبديلات. 2. IV

يسمح الترانزستر بانجاز تبديلات اسرع بكثير من الثايرستر وبذلك يؤمن تشغيلات بترددات عالية جداً . مع ذلك اذا لم يؤخذ الحذر ، تصبح المفاقيد بسبب التبديلات عندئذ كبيرة . ستوضح على المقطع التوالي الاصل لهذه المُفاقيد . وهذا سيقودنا الى الوسائل المستعملة لتقليل هذه المفاقيد .

مقطع توالى بترانزستر Chooper

يقد م الشكل 6.23 أ مقطعاً بترانزستر Tوثنائي D ينظم تقطيع التيار من مصدر الجهد الى حمل مقاومي ومحاثي . نهمل التسموج للتيار اونفرض آن القاعدة تغذى بواسطة Eموجات مستطيلة لتيار احادي الاتجاه*.

t = 0 ، $(i_{\,c}$ = 0; $i_{\,D}$ = i, $V_{\,CE}$ = + E) قدح . الترانزستر مطبقاً نرسل تيار قاعدة موجب (الشكل 6.23ب).



الشكل .23 . 6

اولاً يوجد زمن تاخير delay time بحدود $0.1 \mu s$ بحدود في يصل جهد القاعدة الباعث الى بداية التوصيل قبل ان يبدأ التيار i_C بالنمو. مادام i_O اقل من i_O يستمر الثنائي الباعث الى بداية التوصيل خلال زمن الصعود Rising time للتيار i_O بالتوصيل خلال زمن الصعود i_O بالتوصيل i_O بالتوصيل مساوياً لقيمة i_O بالتوصيل المباعد i_O بالتوصيل المباعد عدة مايكروثانية بالتحقيق المباعد المبا

عــند $t=t_2$ يصل التيار $t=t_2$ القيمة t ويبدأ الجهد $t=t_2$ بالنقصان . تصل قيمة التيا لقيمة التشبع في بداية زمن الهبوط للجهد $t=t_3$ بحدود عدة عشرات من المايكروثانية

نسرى خلال صعود النيار ان الجهد v_{CE} يكون مساوياً لقيمة E، وخلال هبوط الجهد يكون النيار مساوياً لقيمة i وتكون القدرة v_{CE} عالية .

اطفء عند $T=\alpha T$ الذي يصل في هذه الشروط الى عدة مايكروثانية ، يبقى الترانزستر مشبعاً خلال زمن الصعود للجهد في هذه الشروط الى عدة مايكروثانية ، يبقى الترانزستر مشبعاً خلال زمن الصعود للجهد I_5-I_4 لايستطيع الثنائي D ان يوصل ويبقى التيار I_6 مساوياً لقيمة I_6 تصل قيمة الجهد V_{CE} في بد ايد عدة عشرات مسن المايكروثانيسة الى قيمة I_6 ويدخل I_6 في حالة التوصيل عند I_6 ويبدأ I_6 بالنقصان .

يكون زمن الهبوط للتيار $l_s - l_s$ بحدود عسدة مايكروثانية . تكون المفاقيد $v_{CE} \, i_c$ من جديد عالية خلال التبديل . يتم صعود الجهد بوجود التيار ويتم الهبوط للتيار بوجود الجهد .

دوائر مساعدة للتبديل

مسن اجل تقليل الجهد v_{CE} او التيار i_{C} خلال الفترات حيث يظهران قيم ملحوظة (بارزة) في ان واحد .

الشكل عدة الارتفاع (الصعود) للتياري في حالة القدح وذلك يوضع (الشكل i_C) محاثة λ محاثة λ من عدة عشرات من المايكروهنري على التوالي مع الترانزستر λ بما ان λ محاثة λ من عدة عشرات من المايكروهنري على التوالي مع الترانزستر λ بما ان λ محاثة λ من خالت قيمة λ الشكل λ الشكل λ عند λ ايضاً قليلة ويزداد بعد ذلك خطياً لان λ عند λ مناوية لقيمة λ وتصل قيمة التيارى الحائي الحي المناري الحائي المناري الحي التياري الحي المناري ال

نَــَـَشُع على التوازي مع المحاثة λ مقاومة r_{λ} وثنائي D_{λ} اللذين يكونان دائرة التفريغ للطاقة $2/(\lambda i^2)$ المخزونة في λ في كل دورة . يتم هذا التفريغ في حالة الاطفاء للترانزستر

عندما تقل قيمة i_c ويسبب حداً للجهد v_{CE} في نهاية الاطفاء ويضاف في هذه T الحالة هبوط الجهد في r_{λ} الحE فترة E فراد الحالة هبوط الجهد في E الحالة عندما الحالة هبوط الجهد في E الحالة عندما الحالة عندما الحالة عندما الحالة عندما الحالة عندما الحالة الحالة

تخفف سرعة صعود الجهد v_{CE} في حالة الاطفاء وذلك بوضع المتسعة γ بقيمة مــن عدة جزيئات بالمئة من المايكرفواد على التوازي مع الترانزستر .

زيادة الجهد v_{CE} تحتاج شحن هذه المتسعة عبر الثنائي D . تسبب الزيادة للجهد زيادة الجهد $i_C=i-i_\gamma$ التيار $i_C=i-i_\gamma$ التيار $i_C=i-i_\gamma$

يتصفر النيار i_C عندما $i_V=i$ في $i_V=i$ قبل ان يصل v_{CE} الى قيمة عالية . يستمر الشحن للمتسعة v_C بنيار v_C مساو لقيمة v_C حتى اللحظة v_C عند تصل قيمة الجهود v_C و الى v_C و الى v_C

تتفرغ المتسعة γ عبر المقاومة γ في القدح التالي عندما يقل الجهد γ تظهر الما تعلق المراغ عندما تصل قيمة γ في القيمة γ في القيمة المن خلال حد (رأس) للتيار γ (فترة γ فترة الما تعلق عندما تصل قيمة γ فترة القيمة الما تعلق ال

لكي الايتداخل التفريغ للمتسعة γ عبر r مع التشغيل للمجموعة λ . المقاومة r بين النقطة A والنقطة F بدلاً من النقطة F.

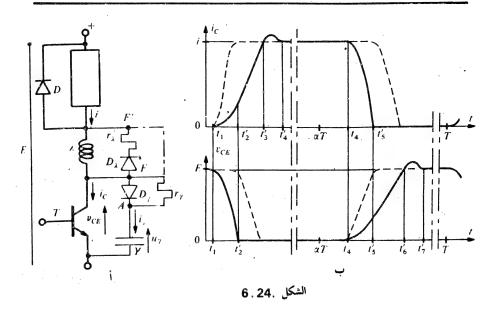
تبين اشكال الموجات للتيار i_c وللجهد v_{CE} المرسومة في الشكل 6.24 باننا قسد قللنا بصورة كبيرة القيمة المتوسطة للقدرة v_{CE} أن خلال التبديلات (نتذكر من خلال الرسومات بخطوط متقطعة اشكال الموجات التي حصلنا عليها بدون دائرة مساعدة للتبديل).

تحكم بالقاعدة

من اجل تقليل زمن القدح . يجب ان يزداد تيار القاعدة i_B بالسرعة الممكنة
 ومن اجل ذلك تجهز قيمة للتيار اكبر من القيمة الضرورية للتشبع

خلال التوصيل . يجب ان يكون التيار i_B كافيا لتأمين التشبع ولكن يجب تجنب فوق التشبع over saturation الذي يزيد بقوة زمن الخزن في نهاية مرحلة الستوصيل .

anti v_{BE} نربط ثنائياً غير قابل للتشبع v_{BE} عالية للنجهد v_{BE} نربط ثنائياً غير قابل للتشبع v_{BE} عندما يميل v_{BE} عندما يميل v_{BE} عندما يميل v_{CE} على ان يصبح اكبرمن v_{CE} .



- لفرض تقليل زمن للاطفاء يجب ان نستخلص تيار عكسي من القاعدة لتحديد سرعة النقصان للتيار i_B
- خلال موحلة الاطفاء نحافظ اعتيادياً على قيمة سالبة للجهد v_{BE} الذي يجنب خطر القدح في غير اوانة تحت تأثير التشويش أو تحت تأثير الزيادات المفاجئة للجهد v_{CE}
- التماية خلال التوصيل بقياس الجهد v_{CE} لحالة التشبع . أي قيمة زائدة للتيار i_{C} زيادة الحمل (Surcharge) ، عطل (Fault) تظهر من خلال زيادة سريعة لهذا الجهد الذي يؤدي حين أكتشافة الى الاطفاء بألتأثير على i_{B} . ايضاً تنجز حماية سريعة جداً .

اعتيادياً نستعمل نوعية السيطرة المكيفة لكل ترانز ستر ، يؤمن بالاضافة لذلك العزل الكلفاني (galvanic isolation) كبين الدخول والترانزستر . 3.IV

لاتستعمل ترانز سترات القدرة في انجاز المغيرات التي تغذى مباشرة من الشبكة الصناعية (industial network) منظومات مقومة

(rectification systmes) ومنظمات الفولتية للتيار المتناوب ، وذلك يوضح سبب عدم عرض هذه الترانزسترات قبل الفصل الخاص بالمقطعات .

بالحقيقـة: -

- تردد الشبكة لاتعتاج التبديلات السريعة .
- تكون التبديلات طبيعية . حرة أومساعدة ولاتتطلب مقومات معينة بامكانية اطفاء ذاتى :
- يؤدي التشغيل الى اظهار جهود سالبة على اطراف المقومات المطفاة والترانز ستر لايتحمل هذه الجهود ، لذا يجب وضع ثنائي على التوالي معه . تشكل المقطعات المجال الافضل لترانز سترات القدرة . يتغير التيار قليلاً في الترانز سترات خلال

فترات توصيلها والذي يسهل الحصول على التشبع وعلى عملية التحكم بها تحصوصاً يمكن اختيار تردد التشغيل بصورة حرة وكلما كان التردد عالياً .

كان تنعيم التيار سهل التأمين .

كلما قلت ابعاد المحولات المستعملة في بعض المخططات .

كان زمن الاستجابة (response time) قليلًا .

تنسسهم الترانز سترات جيداً بصورة خاصة لانجاز المخططات حيث تربط الثنائيات بالتوازي العكسي (back-to-back) على اطرافها (الشكل 6.13 . و و الشكل 6.15) . الثنائيات تمنع من تسليط جهود عكسية عليها .

في مجال القدرات الواطئة والقدرات المتوسطة تنسجم الترانز سترات جيداً ايضاً لانجاز المغيرات المستقلة inverters التي تشتغل بتبديل قسري commutation

غير ان يكون تردد التشغيل وهنا ذلك المطلوب من الحمل مهمان :

- عندما يكون التردد مرتفعاً وهذه هي حالة بعض المكائن المخاصة ذات السرعة العالية .
- عندما يوجد عدة فترات توصيل في كل نصف موجة كمافي حالة مغيرات بتعديل Pulses width modulation
- عندما يرتبط التغير للتردد مع ذلك لجهد التغذية للمنظومة ، والذي يؤدي الى
 صعوبة شحن متسعات الاطفاء للثايرسترات

نبحث ايضاً بأستعمال المخططات حيث للمقومات ذات فتح مسيطر عليه ثنائيات مربوطة عليها بالتوازي العكسي

لا يسكون استعمالها مفيداً الااذا انطفأت ذاتياً وليس بنقل التيارمن فرع محاثي صرف لأخر في هذه الحالة تكون التبديلات بطيئة جداً وجهد التبديل هو الذي يؤمن انتقال التيار.

• مثال لقطع قابل للانعكاس بتوانو سترات.

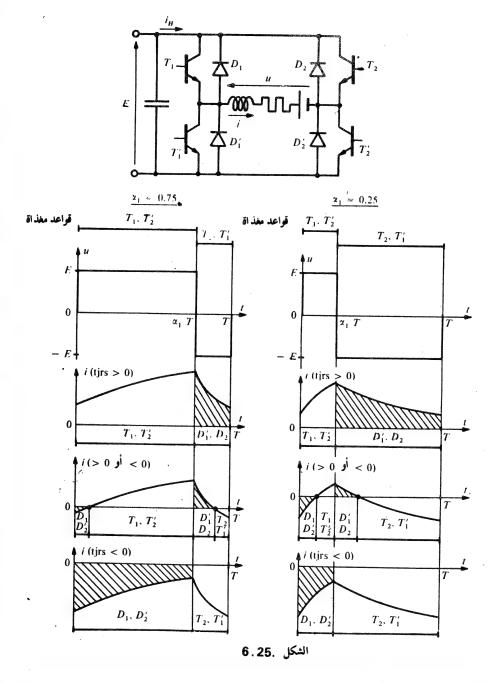
ينسجم المقطع القابل للانعكاس (شكل 6.15) جيداً لانجاز التحكم بالمحركات الصغيرة المستخدمة في الألية الموأزرة servo mechanism الدقيقة جداً عندمايجب ان تبلغ الحزمة العابرة عشرات من الهرتز يجب ان يكون تردد التشغيل كبيراً ، نستعمل عندئذ مقطع بترانزسترات (الشكل 6.25) الذي يعمل بتردد من عدة كيلو هرتز .

من أجل امكانية السيطرة على السرعة بدون عدم الاستمرارية . مهما كانت قيمة 3.111 الستيار واتجاهة اذن العزم ، لانستعمل ابدأ التحكم المتناوب الموصوف في الفقرة T_1 التوصيل للترانزستر T_2 وللترانزستر T_1 أو التوصيل للترانزستر T_2 وللترانزستر T_1 وللترانزستر بكل دورة نستعمل التحكم المتمم T_1 و تلك للترانزسترات T_1 و T_2 خلال بقيمة الدورة . يمر التيار T_1 خلال المنتج وبصورة مستمرة عبر ترانزسترين أو ثنائيين مهما كانت علاقته حتى ولو انعكس خلال نفس الدورة . مهما كانت قيمة ا

 $u_{av} = E(2 \alpha_1 - 1)$

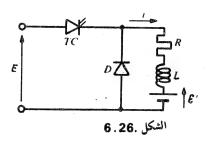
على الشكل 6.25 أشرنا ولقيمتين للزاوية α فترات التحكم لمجموعتين مسسن الترانزسترات وكذلك اشكال الامواج للجهد α المطابقة . ثم استنتجنا ، لكل قيمسة للزاوية α وللطرق الثلاثة التي بها تقع موجة التيار α بالنسبة للاحداثي بتيار صفر . الانواع المكنة الثلاث لمخططات التوصيل . ظللنا الفترات حيث α سالب يطابق لارسال قدرة باتجاه المصدر

تساوي .



تمارين الفصل السادس

تقرين 1: تفذية حمل ذي ق. د. ك عكسية بواسطة مقطع للتيار المستمر مصدر جهد مستمر E بمانعة داخلية مهملة يقطع عبر ثايرستر موجه E على حمل مربوط على التوازي مع ثنائي D للتفريغ للحمل مقاومة E ومحاثة E وق. د. ك عكسية E (الشكل E 6.26)



نعبي من خلال T دورة التشغيل للمقطع ومن خلال αT مدة فتراته للتـوصيـل. نفرض بان

$$\tau = \frac{L}{R}: \qquad K = \frac{E'}{E} \, .$$

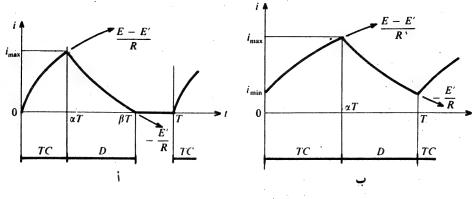
احسب القيم العظمى (minumum value) ، الدنيا (maximum value) والمتوسطة (average value) لتيار الحمل i . ارسم بدلالة α المعامل i التي تعطي معامل التموج i والقيمة المتوسطة للتيار i لعدة قيم للمعامل i في الحالة حيث تكون i مساوية لقيمة i .

اجسوبسة

احتالان :

لقيمة معينة للمعامل K واذاكانت α اقل من قيمة معينة ، ولقيمة معينة للزاوية α اذاكان α اكبر من حد معين ، يتصفر التيار α خلال الفترة α (α) α (α) α (α) α

$$K_{\lim} = \frac{1 - e^{\frac{\alpha_{\lim} \frac{T}{t}}}}{1 - e^{\frac{T}{t}}}.$$



الشكل .27. 6

لقيمة معينة للمعامل K واذا كانت α اكبر من α_{lim} ، ولقيمة معينة للزاوية $_{\rm min}$ اذا كان $_{\rm Min}$ اقل من $_{\rm K_{\rm lim}}$ يكون $_{\rm min}$ اكبر من الصفر (الشكل 6.27 ب).

 $(\alpha < \alpha_{lim})$ discontinuous Conduction توصيل غير مستمر

$$i_{\min} = 0$$

$$\frac{i_{\text{max}}}{E/R} = (1 - K)(1 - e^{-x^{T}})$$

$$\frac{i_{\text{mon}}}{E/R} = \alpha - K\beta$$

$$K e^{(\beta-z)\frac{T}{\tau}} = 1 - (1 - K) e^{-z\frac{T}{\tau}}.$$

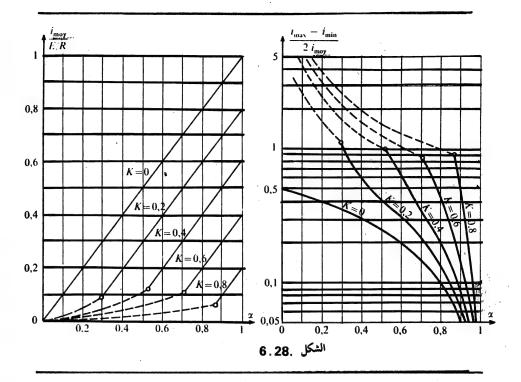
$$\frac{i_{\min}}{E \cdot R} = \frac{e^{-(1-z)\frac{T}{\tau}} - e^{-\frac{T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}} - K$$

$$\frac{i_{\text{max}}}{E/R} = 1 - K - \frac{e^{-x\frac{T}{\tau}} - e^{-\frac{T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}$$

$$\frac{i_{\text{mon}}}{EIR} = \alpha - K.$$

ممیزات مرسومة عند $T/\tau = 1$ الشكل 6.28 ممیزات (جزء المنحنيات المطابق للتوصيل غير المستمر رسم بخطوط متقطعة)

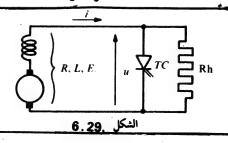
مع



تمرين 2: تغيير القيمة الظاهرية لمقاومة مربوطة على التوازي مع مقطع يقطع مولد خلال ملف تنعيم على مقاومة متغيرة مربوطة على التوازي مع ثايرستر باطفاء موجة TC (الشكل 6:29)

تمثل من خلال $E \cdot L \cdot R$ الثوابت لمجموعة مولد – ملف وتمثل مقاومة المقاومة المتغيرة (Rheo stat) من خلال Rh وتمثل دورة التشغيل للمقطع من خلال T وتمثل مدة فترات التوصيل للمقطع من خلال T

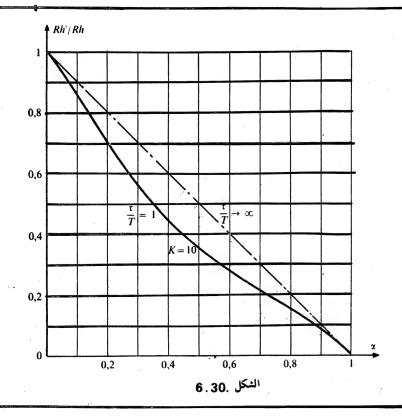
Rh,K,lpha, au/T المقرض بان L/R= au; Rh/R=K المقارمة المتغيرة المنظورة من المولد . ارسم المنحني المقيمة الظاهرية $Rh'=u_{f av}/i_{f av}$ عند Rh'/Rh=f(lpha)



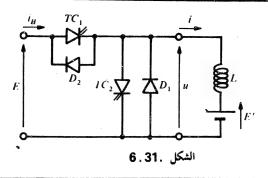
$$\frac{Rh'}{Rh} = \frac{u_{\text{moy}}}{K(E - u_{\text{moy}})}$$

$$u_{\text{moy}} = KE \left[\frac{1 - \alpha}{1 + K} + \frac{\tau}{T} \frac{1}{1 + K} \left(\frac{A - 1}{1 + K} \right) (1 - e^{-(1 + K)(1 - z)\frac{T}{\tau}}) \right]$$

$$A = \frac{1 + K - Ke^{-\alpha\frac{T}{\tau}} - e^{-(1 + K)\frac{T}{\tau}} e^{K\alpha\frac{T}{\tau}}}{1 - e^{-(1 + K)\frac{T}{\tau}} e^{K\alpha\frac{T}{\tau}}}.$$



تمرین 3 مقطع قابل للانعکاس. مقارنة للتحکمات المعزولة والمتممة . ربط مصدر جهد مستمر E بمانعة داخلية مهملة بواسطة مقطع بثايرسترين موجهين TC_1 , TC_2 وبثنائيين D_1 , D_2 (الشکل E E) الى مصدر تيار بقوة دافعة کهربائية E ذات محاثة E ذات قيمة مهملة للمقاومة .



ا مقطع توالي

الثايرستر TC_1 مطفأ بصورة مستمرة ، في كل دورة نجعل الثايرستر TC_1 موصلا خلال الفترة α_1 T

- احسب النسبة E'/E عندما يكون التيار i موجبا دائما -
- لاي قيمة متوسطة بهوال للتيار النظهر فترة بتيار الصفر خلال كل دورة ؟
- عند نصفر المعظة حيث يتصفر $t=t_1$ المعظة حيث يتصفر $0<i_{av.}<i_{lav.}<$ التيار $i_{av.}<i_{av.}$ عبر عن $i_{av.}$ $i_{av.}$ التيار $i_{av.}$ $i_{lav.}$ عبر عن $i_{av.}$ الملاقة التي تربط النسبة $i_{av.}$ بالزاوية $i_{av.}$ وبالنسبة $i_{av.}$
 - $\alpha_1 = 0.75 \ \alpha_1 = 0.5 \ \text{et} \ \alpha_1 = 0.25$ at $E'/E = f(i_{\text{ray}})$
 - 2 مقطع توازي

الثايرستر TC_1 دوماً مطفأ ، في كل دورة نجعل الثايرستر TC_2 موصلا خـــلال الفترة T . T . T . T . T . T . T .

كما في حالة المقطع التوالي

- احسب النسبة E'IE عندما يكون التيار ، سالبا دائما .
- احسب القيمة المتوسطة 2 av للتيار احيث تظهر فترة بتيار ا صفر .
 - $_{2}$ عند $_{2}$ بدلالة $_{2}$ بدلالة $_{2}$ بدلالة $_{2}$ بدلالة $_{2}$ عند $_{3}$ عند $_{3}$
- $\alpha_2=0.25$ $\alpha_2=0.5$ ($\alpha_2=0.75$ عند $E'/E=f(i_{\rm gv})$ ارسم المنحنيات ارسم متمم

من اجل تأمين التنظيم للنسبة E'/E ايا كانت قيمة واتجاه التيار ، ، نرسل نبضات $t=lpha_1$ T خلال الفترة $lpha_1$ T ونطفيء هذا المقوم عند T خلال الفترة $lpha_1$ T ونطفيء هذا المقوم عند T

ونرسل نبضات على بوابة الثايرستر TC_2 خلال كل الفترة $T_1\alpha_1$ ونطفيء هذا المقوم عند T=T

 $^\circ$ ماذا تصبح العلاقة التي تربط النسبة E'/E بالزاوية م

 $E'/E = f(i_{av})$ ماذا تصبح الميزات –

هل من الممكن الاخذ بنظرة المعلومة بطريقة بسيطة المقاومة R لمصدر التيار ۱؟

اجسوبسة

 $(E' = u_{av})$ مقطع توالي مقطع

- اذاكان i موجبا دائما (الشكل 6.32 أ)

 $E'=\alpha_1 E.$

- القيمة الدنيا للتيار i تساوي صفرا ، اذن للتيار av قيمة

$$i_{av} = \frac{ET}{2 \cdot L} (\alpha_1 - \alpha_1^2)$$
.

($\alpha_1 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$) $\alpha_1 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$ $\alpha_2 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$ $\alpha_3 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$ $\alpha_3 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$ $\alpha_3 = \frac{E}{E} \alpha_1 T$

 $i_{\mathbf{av}} = \frac{E}{2L} \alpha_1 (t_1 - \alpha_1 T).$

اذن

$$\frac{E'}{E} = \frac{1}{1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \frac{i_{\text{av}}}{i_{\text{av}}}}.$$

- مميزات بخطوط متواصلة على الجانب الايمن من الشكل 6.33

 $(E' = u_{av_i})$ توازي عقطع توازي -2

- اذاكان أ دوما سالبا (الشكل 6.32ذ)

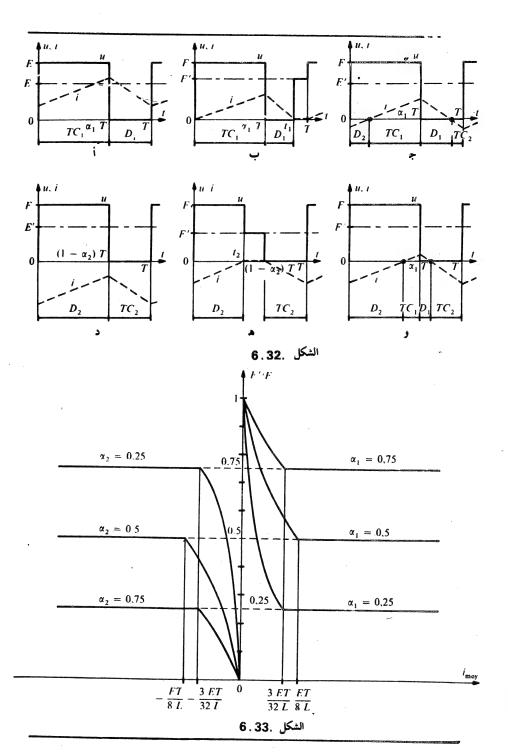
 $E' = (1 - \alpha_2) E.$

القيمة القصوى للتيار i تساوي صفرا عند

 $i_{2 \mathbf{av}} = -\frac{ET}{2L}(\alpha_2 - \alpha_2^2).$

(الشكل $t_2 < t < (1 - \alpha_2) T$ عند الشكل اذا كانت قيمة ، صفرا عند $t_2 < t < (1 - \alpha_2) T$ هـ اذا كانت قيمة ، صفرا عند الشكل الشكل

$$t_2 = \frac{E'}{E - E'} \alpha_2 T$$
 $e^{-\frac{t_2}{t_2 + \alpha_2 T}}$ $e^{-\frac{E}{2L} \alpha_2 t_2}$.

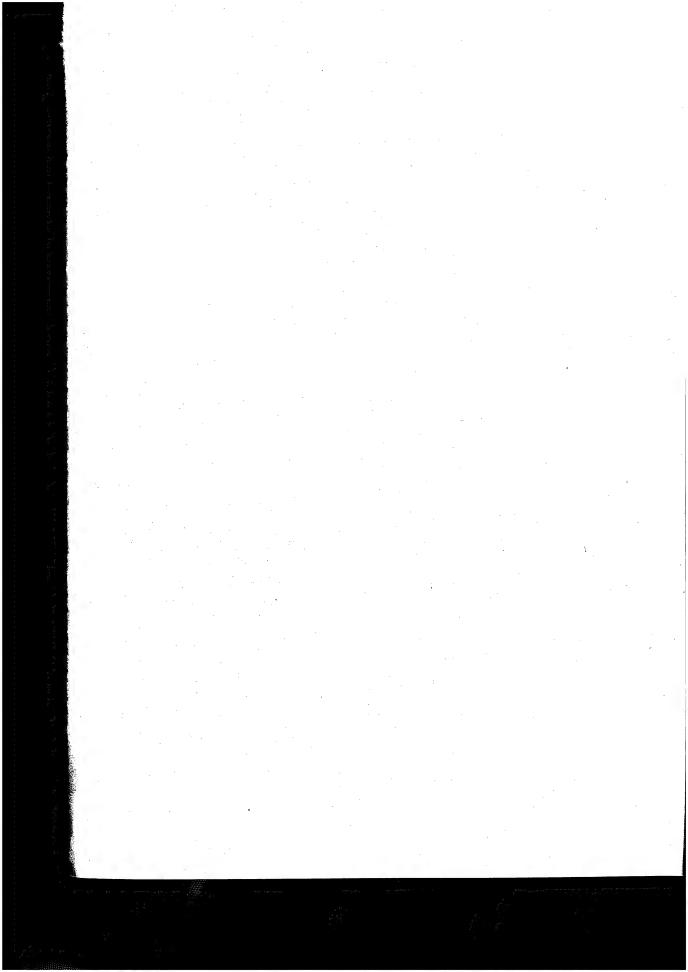


$$\frac{E'}{E} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \frac{i_{2,1} \mathbf{a} \mathbf{v}}{i_{1} \mathbf{a} \mathbf{v}}}$$

منحنیات بخطوط متواصلة الی الیسار من الشکل
$$\alpha_{2}=1-\alpha_{1}$$
 متمم متمم $\alpha_{2}=1-\alpha_{1}$ متمم عند کان التیار $\alpha_{2}=1$ منحل $\alpha_{2}=1$ منحل التیار $\alpha_{3}=1$ منحل $\alpha_{2}=1$

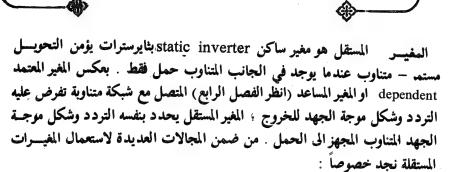
$$u = E$$
, is $0 < t < \alpha_1 T$, $u = 0$, is $\alpha_1 T < t < T$, $E' = \alpha_1 E$.

- تتصل الانصاف المستقيمة الافقية بواسطة الاجزاء بخطوط متقطعة (الشكل 6.33
 - $E'/E = f(i_{av})$ بما ان $E' = u_{av} \cdot Ri_{av} = \alpha_1 E Ri_{av}$ بما ان R/E بنا شکلا منحنیا



المغيرك المسكظة

(Independent Inverters)



- _ المتغيرات بتردد ثابت وبتبديل قسري . تتغذى غالباً من بطارية تراكم (accumulation battery) وتلعب اعتيادياً دور تغذية الامان . وتشكل بهذا العنوان المنفذ الرئيس الحالي للمغيرات المستقلة .
- المغيرات بتردد متغير variable frequency وبتبديل قسري . تتغذى من شبكة صناعية ومن خلال الوسط لمنظومة تقويم ، وتجهز جهداً بتردد وبقيمة متغيران الضروريان لتدوير محرك تيار متناوب بسرعة متغيرة .
- المغيرات المحافظة للدوائر المتذبذبة! لبعض الاحمال المغذات بتردد متوسط (تدفئة بواسطة الحث (induction heating) معامل القدرة قليل جداً ويجب تعويضه. يلعب المغير دور المحافظة على الدائرة المتذبذبة المتكونة هنا والتي بها يستطيع التردد ان يتغير بكل لحظة. اذن يكون المغير مرشداً ذاتياً بالتردد مسن خلال حمله ويعمل بتبديل طبيعي.

ادت اختلافات الاستعمالات والتي لم تستشهد الا بالاساسيات والقلق لتكييف الحل للقدرة المستعملة وخيالات الباحثين الى اقتراح عدد كبير من المخططات

سنعرض في الفصل الثامن عدة امثلة على المغيرات بتردد متغير والمستعملة في منافي مغيرات السرعة .

سنتمسك هنا بصورة خاصة بدراسة المغيرات بتردد ثابت التي تتصرف كمصدر للجهد بالنسبة الى الاحمال التي تغذيها . سندرس ، بعد الاشارة الى الهيئات الرئيسة الثلاث وتفسير سبب اختيار التشغيل بتبديل قسري ، المنظومات الرئيسة الثلاث المستعملة بكثرة في تغذية الامان وعلى التوالي .

ا .مقدمات

ا . 1 . مبدأ المنظومات الثلاث المدروسة

لكي نرى ماذا نطلب من الثايرسترات ان تنجز، استبدلناها بقواطع تبار ميكانيكية (mechanical switchs) رسمت كالمقومات التي انابوا عنها .

.1.1.1 منظومات بثايرسترين

للحصول على جهد متناوب بدءاً من جهد مستمر باستعمال قاطعين للتيار يجب توفير نقطة وسطية middle point

- يمكن انجاز هذه النقطة الوسطية في جانب الخروج باستعمال محولة بنقطة وسطية ، ونستعمل قاطعين للتيار على التوازي (الشكل 7.1 أً)

خلال نصف موجة يكون Th مغلقاً closed

$$v_O - v_B = E$$
, $v = \frac{2n_2}{n_1} E$.

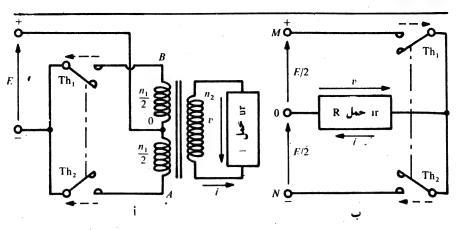
وخلال النصف الاخر للموجة يكون Th₂ مغلقاً

$$v_0 - v_A = E$$
, $v = -2 \frac{n_2}{n_1} E$.

يجب ان يسبب اغلاق القاطع ،Th بالطبع الفتح للقاطع ،Th

يمكن انجاز النقطة الوسطية في الدخول بواسطة مصدر بنقطة وسطية ، وتستعمل
 قاطعين للتيار على التوالى (الشكل 7.1 ب)

يسلط اغلاق القاطع Th_1 جهداً r_M-v_0 القيمة r_M-v_0 الذن لقيمة r_M-v_0 الحمل . وخلال النصف الاخر للموجة فان r_M-v_0 هو المغلق ويسلط جهداً r_M-v_0 على الحمل .



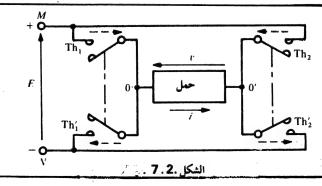
الشكل 7.1. الشكل

كالسابق ، يجب ان لاتتم أي احتمالية للاغلاق المتزامن للقاطعين لان المصدريوضع بحالة دائرة قصيرة (short circiut)

لاتستطيع في هذه المنظومتين الابتنظيم التوازن لفتح وغلق القاطعين اذن تنظيم التردد ، ولكن لايمكن التأثيرفي نسبة التحويل مستمر – متناوب .

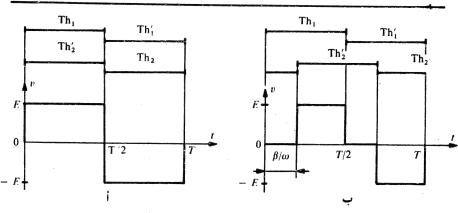
2. 1.1 منظومة باربعة ثايرسترات: -

نحصل على منظومة بهياة قنطرة bridge مع اربعة قواطع (اوثايرسترات) . (الشكل 7.2) والتي تسمع بتنظيم نسبة التحويل بفضل التحكم المزاج . يجب ان تطفأ



القواطع Th₁ و Th₂ ، Th₂ ، Th₃ و Th₄ بالتبادل الكن التحكم بالمجموعتين يمكن ان يكون تزامنياً أولاً .

بتحكم متماثل (الشكل 7.3 أ) في الحظة t=0 وفي الوقت نفسه نغلق Th_1 و Th_2 و نفتح Th_2' و Th_1' و Th_2' و و Th_2'



الشكل .7.3

E يتكون جهد الخروج من اشارتين مستطيلتين . وقيمته الفعلية تكون مساوية الى t=0 بتحكمه مزاح (الشكل 7.3 ب) . نغلق Th_1 من الحظة المالحقة . ولكن نؤخر Th_1 من Th_2 من Th_1' من Th_2' ونغلق Th_2' من Th_2' من Th_2' عند Th_2' ويغلق Th_2' عند Th_2' عند

يكُون جهد الخروج مساوياً لقيمة E + E عندما توصل القواطع Th_2' . Th_1' تزامنياً ومساويا لقيمة E عندما تكون القواطع E و Th_1' مغلقة .

تظهر فترتان بزمنb/w مطابقتان للتقطيع المتزامن للقواطع Th_1 و Th_2 ثم للقواطع Th_1 و Th_2 معند عكون خلالها خمل مقصوراً Short-Circuited وجهد الخروج يكون صفراً .

تستطيع تغيير قيمة V من E الى الصفروذلك بالتأثير في قيمة الزاوية E امكانية تغيير جهد الخروج هذه هي التي تبدز الانتقال من استعمال ثايرسترين رئيسين الى اربعة ثايرسترات رئيسه E

2.1 .حدود ومساوىء التبديل الطبيعي

تكون دائرة الرئين réson ant circiuit قليلة التوهين معبرة لتيار الذي يتصفر بنفسه وان غذيت من جهد مستمر. تستطيع استعمال هذه المميزة لانجاز مغيرات التي بها تشتغل الثايرسترات بتبديل طبيعي.

نأخذ مثلاً المخطط في الشكل 7.1 أونستبدل القواطع بثايرسترات Th_1 و Th_2 . (الشكل 7.4 أ C متسعة بسعة C (الشكل 7.4 أ C) .

 $n_1/2$ n_2 i_{Th} والمتولد من انغلاق النايرستر $n_1/2$ n_2 i_{Th} قليمة النايرستر i النظر المحقيقة اذا كانت الدائرة i قليلة التوهين تكون حالتها الحرة (المستقرة) دورية وهمية pseudo-periodic (انظر الفصل 2 الفقرة i 1.5. II

 $R<2\,\sqrt{L/C}$ اذن $eta_0=1/\sqrt{LC}$ و lpha=R/2L اذن $lpha<eta_0$ هذا يفرض $lpha<eta_0$ معن علم المعادلة التالية - بدءاً من lpha=0 ، حيث يقدح - Th

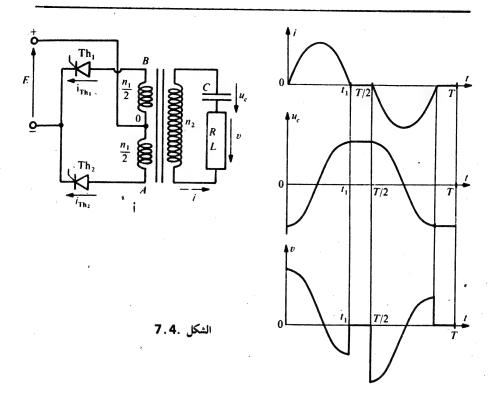
$$L\frac{di}{dt} + Ri + u_c = \frac{2n_2}{n_1}E$$

$$LC\frac{d^2u_c}{dt^2} + RC\frac{du_c}{dt} + u_c = \frac{2n_2}{n_1}E.$$

- وللجهد u_c على اطراف المتسعة التعبير التالي u_c

$$u_c = \frac{2 n_2}{n_1} E + \left(u_{c0} - \frac{2 n_2}{n_1} E\right) \left(\cos \beta t + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta t\right) e^{-\alpha t}$$
, $\sqrt{\beta_0^2 - \alpha^2}$. ولايار $t = 0$ عند u_c عند u_c عند u_c عند وهي u_{c0} ولايار u_c

$$i = C \frac{du_c}{dt} = C \frac{\beta_0^2}{\beta} \left(\frac{2 n_2}{n_1} E - u_{c0} \right) \sin \beta t e^{-st};$$



عند u_c يكون كل من v و بقيمة الصفروبيقى $t_1 < t < T/2$ عند Th_2 بين $t = T/2 + t_1$ et t = T/2 عند $i_{Th_2}(T/2 + t) = i_{Th_1}(t)$; i(T/2 + t) = -i(t) v(T/2 + t) = -v(t); $u_c(T/2 + t) = -u_c(t)$.

ومنها اشكال الموجات للتيار i وللجهود u_c و u_c المرسومة في الشكل 7.4 بحتاج الاطفاء التلقائي للثايرسترات ان تكون فترة التوصيل i_1 اقل من نصف دورة -

وفي الحالة هذه π الخالة هذه الجارة واذا فرضنا بان الدائرة قليلة التوهين من اجل امكانية مزج β مع β ، الشرط الذاتي للاطفاء يكتب

$$\sqrt{LC} < \frac{T}{2\pi}$$
. If $\frac{\pi}{\beta_0} < \frac{T}{2}$

اذًا مثلنا السرعة الزاوية للحد الاصلي للتيار i من خلال ω و ω تساوي $2\pi/T$ ليصبح الشرط

$$L\omega < \frac{1}{C\omega}$$
. $e^{-\sqrt{LC}} < \frac{1}{\omega}$

من الضروري ان تكون المجموعة C.L. R وبتردد التشغيل ، ممانعة سعويــــة. المتسعة يجب ان تعوض ممانعة الحمل .

يؤدي فحص التشغيل بالتبديل الطبيعي للمنظومتين الاخيرتين الى النتائج نفسها كتلسك للمنظومة الاولى

- من المستحب الغاء الفترة T/2 , T/2 بتيار صفر وبالاختفاء والظهور المفاجيء للجدين اللذان ينتجان منها . هذا الالغاء يفرض وجود التيار i على طول كل من نصاف الموجات اذن تبديل قسري .

التشغيل بتبديل طبيعي يفرض ان يكون الحمل بمعامل قدرة منخفضا لكي تكون الدائرة C,L, R قليلة التوهين ولا يتلائم مع التقطيع على حمل مقاومي صـــرف

- خاصة يكون التشغيل خاضعا جدا للحمل . بتردد ثابت التغير المسموح به للحمل يكون قليلا جدا . ولا نستطيع الحفاظ على الحالة المتناوبة الا بالتأثير على التردد وبتكييفه على شكل دوره وهمية لدائرة تذبذب :

تؤدي هذه الاسباب المختلفة وخاصة الاخيرة على عدم جواز استعمال التبديـــل الطبيعي الا في الحالات الخاصة المشار اليها في بداية هذا الفصل.

1.3. دور ثايرسترات وثنائيات الاسترجاع في الدوائر المساعدة للتبديل

لكي يستطيع مغير ان يتصرف كمصدر للجهد ازاء حمل للتيار المتناوب يجب ان يفرض جهد v بدون توقف على اطراف الاخير. ويجب على المقومات التي تحل محل مقطعات التيار في الاشكال v 1. و 1.20 تربط الحمل بالمصدر للجهد المستمر او تضعه بحالة دائرة قصيرة ايا كانت قيمة التيار

في هذه الشروط، ما عدا حالة خاصة ، يتم فتح المقومات الموصلة عندما تقطع ، والمرحلة التالية للتشغيل لا تصفر قيمة التيار المقطع طبيعياً ، أي تشتغل بتديل قسري يتغير اتجاه التيار المار بالمقطع للتيار غالباً أثناء غلقه اذا مراكثر فترة في الاتجاه

يتغير اتجاه التيار المار بالمقطع للتيار غالبا اثناء غلقه . أدا مراكثر فترة في الاتجاه المؤشر بالاسهم بخطوط متقطعة على الأشكال 7.1 و 7.2 ، يجب أن يستطيع المرور بالاتجاه المعاكس .

يجب اذن ربط ثنائي في التوازي العكسي على اطراف كل ثايرستر. يوصل هذا عندما يوسل المغير تياراً الى المصدر بدلاً من استلامه منه ، ومنه اسمه ثنائسي الاسترجاع. تعطي اسهم مخططات الاساس اتجاه مصعداً – مهبطاً للثايرسترات اذن التجاه مهبطاً – مصعداً للثنائيات .

يجب على الثايرسترات ان تؤدي دورين :

- سريان التيار القادم من المصدر خلال فترات معينة
- تأمين التبديلات القسرية في لحظات مطلوبة.

عندما يقدح ثايرستر يجب عليه ان ينشىء الوصل المطابق لقاطع التيار الذي حل محله ويسبب الفتح للقاطع المتمم . هذا الانطفاء لثايرستر أو لثنائي عندما يدخل الثايرستر المتمم في حالة توصيل يحتاج لدوائر مساعدة للتبديل .

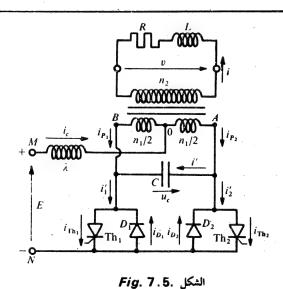
11 . مغيرات بثايرسترين على التوازي

اذا استبدلنا ، في مخطط ذي محولة بنقطة وسطية ، المقطعات للتيار بنايرسترات ذات مهابط متصلة مع بعض ومصاعدها مربوطة عبر نصفي الملفات الأبتدائية الى طرف المصدر نفسه ، ومنه يعطى الاسم مغيرات بنايرسترين على التوازي لمنظومات من هذا النوء .

ا . 1. مخطط نظري . مبدأ التشغيل

من أجل فرض جهد v يتكون تقريباً من موجتين مستطيلتين لكل دورة ، أي عن T/2 < t < T عند 0 < t < T/2 عند $2 \, {\rm En}_2/n_1$ عند كان نوع الحمل ، يجب اضافة للثايرستران Th_2 و Th_1 التي تحل محل المقطعات :

ثنائيات الاسترجاع D_2,D_1 المتسعة للتبديل D_2,D_1 المتسعة للتبديل D_2,D_1 المسعة للتبديل D_2,D_1 المحافة بتحديد الحدود (الاسنان) للتيار D_2,D_1 المسحوب من المصدر D_2,D_1 الشكل D_2,D_3 الشكل D_2,D_3 الشكل D_3,D_4



عندما تقدح Th_1 عند t=0 عند t=0 عند ما تقدح N للمصدر عندما تقدح عند م وجود المحاثة λ ، فالجهود v_0-v_B ، v_0-v_B في المخطط المدروس وكما سنبينه قيمة صفر في نهاية كل نصف دورة ، تاخذ فجاة القيم التالية عند t=0

 $v_0 - v_B = E$; $v_A - v_B = u_c = 2 E$; $v = 2 E n_2/n_1$.

تحدد المحاثة λ حد التيار المسحوب من المصدر لشحن المتسعة λ . وبدونها ياخسة الجهد μ_c انياً القيمة λ والحد يكون مالانهاية (لامتناهياً)

بسبب المحاثة λ ، للجهد u، تقريباً شكل الموجة المبين (الشكل 7.6) . وهذا ايضاً شكل موجة الجهد v=u، n_2/n_1

نتقل من u_c الى التيار' الشاحن للمتسعة C من خلال العلاقة u_c الى التيار' الشاحن للمتسعة C طبيعة الحمل ، نستنتج من الجهد v التيار v الذي يعبر خلال الحمل .

خلال نصف الدورة T/2, 0 حيث يتصل الطرف B بالطرف N، التيار OA من هذا الملف ، يعطى من نصف الملف الابتدائي OA يساوي OA التيار OB بالمعادلة للامبير -- لفة

$$i_{P_1} n_1/2 - i_{P_2} n_1/2 - i n_2 = 0$$

 $i_{P_1} = \frac{2 n_2}{n_1} i + i'$.

ومنه التيار i_c المقطع بواسطة المصدر والذي هو أيضاً ذلك i_1' المار من خلال المجموعة $D_1-{
m Th}_1$

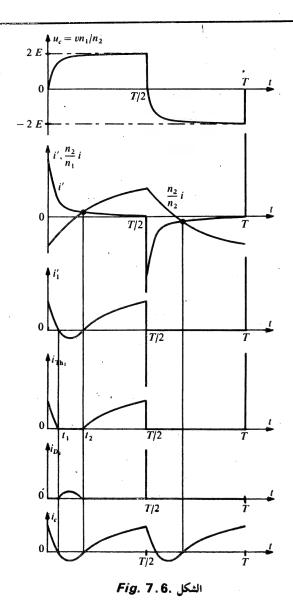
$$i_c = i'_1 = i_{P_1} + i' = \frac{2n_2}{n_1}i + 2i'$$
.

في بداية نصف الدورة هذا يكون التيار اسالباً لكن 'i يكون موجباً بقوة li الذي يكون كذلك موجباً والثايرستر Th₁ هو الذي يوصل

بسبب محاثة الحمل التي تؤخر انتقال التيار القيمة موجبة فلا يتصفر التيار االاعند $t=t_1$ وعند ثذ يصبح الثنائي D_1 موصلاً

يتوقف التقطيع للثنائي D_1 المطابق لارسال الطاقة باتجاه المصدر عند $t=t_2$ عندما يصبح $t=t_2$ مرجباً مرة اخرى .

خلال الفترة T/2, t_2 يوصل الثايرستر Th_1 من جديد . في اللحظة T/2 يختلف الجهد على اطراف الثايرستر Th_2 عملياً مساوياً لقيمة u_c فقيلاً عند Th_2 اشارة القدح المستلمة من الثايرستر Th_2 تجعله موصلاً . Th_2 يسلط جهد الاطفاء u_c على اطراف الثايرستر Th_1 يسلط جهد الاطفاء u_c على اطراف الثايرستر Th_1 يسلط جهد الاطفاء u_c على اطراف الثايرستر Th_2 فاذا كان هذا (حقاً تتفرغ المتسعة Th_2 فبياً في الدائرة المكونة من Th_2 فاذا كان هذا التفريغ عير محدد فانه يسبب تلف المقومين . على أي حال يطابق هذا التفريغ تصغيراً



مفاجئاً للجهد u_c اذن للجهد u_c لذلك يجعل هذا التغريغ عملياً الزمن الذي يكون الجهد خلاله على اطراف الثايرستر Th_1 المطلوب اطفاؤه سالباً ، بقيمة صفر) . بدءاً من اللحظة Th_2 ، Th_3 واذا فرضنا بان الرابط Th_3 مقطوع والرابط Th_4 مثبت ، يبدأ النصف الثاني الموجة الجهد Th_3 المشابه مع تغيير العلامة للنصف الأول للموجة .

نستنتج التعابير للمتغيرات المختلفة عند T/2 < t < T مباشرة من تلك التي استنتجت عند 0 < t < T/2

 $\begin{array}{lll} u_{\rm c}(t+T/2)=-\ u_{\rm c}(t)\ ; & v(t+T/2)=-\ v(t)\ ; & i(t+T/2)=-\ i(t)\ ; \\ i_{\rm c}(t+T/2)=i_{\rm c}(t)\ ; & i'(t+T/2)=-\ i'(t)\ ; & i_{\rm P_1}(t+T/2)=i_{\rm P_2}(t)\ ; \\ i'_{\rm 2}(t+T/2)=i'_{\rm 1}(t)\ ; & i_{\rm Th_2}(t+T/2)=i_{\rm Th_1}(t)\ ; & i_{\rm D_2}(t+T/2)=i_{\rm D_1}(t)\ . \end{array}$

ملاحظسات

أ) تبين هذه الدراسة انه يعجب عدم ربط الثنائيات مباشرة على أطراف الثايرسترات.
 والا عملياً نضع مصدر الجهد للاطفاء ، أي منسعة التبديل المشحونية بصدورة ملائمة ، في حالة دائرة قصيرة .

يجب ان تكون المنظومة بحيث ان الثنائي الموضوع على التوازي العكسي على اطراف الثايرستر لا يوصل خلال فترة الأطفاء للاخير

ب) التبديلات القسرية المصادفة هنا هي من النوع غير المباشر أو التحريض. عند 0=t الثايرستر D_1 يقطع التوصيل للثايرستر D_1 ثم يترك D_1 بتمرير التيار الثانوي المعاد للابتد التي $1/n_1$ و $1/n_2$ لا يأخذ $1/n_3$ هذا التيار الا فيما بعد ، خلال نصف الموجة ، عند ما يأخذ نفس الاشارة كالمجهد $1/n_3$ هذا يفرض على أن تكون للاشارات المرسلة على بوابات الثايرسترات فترة كافية .

سنجد هذا النوع من التبديل القسري في جميع المغيرات عندما تقطع على حمل مقاومي ومحاثي . وهذه هي حالة معظم الاحمال ، وبسبب محاثة الحمل يكون التيار i في الحمل في بداية كل نصف موجة للجهد v بعلامة معاكسة للجهد v .

ج) يرسل الثنائي D_1 الطاقة باتجاه المصدر خلال الفترة I_2 , I_1 تصبح كفاءة المغير غالباً أفضل اذا كانت كمية الكهربائية المرسلة قريبة من تلك المطابقة للجزء السالب للموجة الممثلة I_2 علال نصف الموجة الموجب للجهد I_3 الفارق يطابق المفاقيد بسبب التبديل .

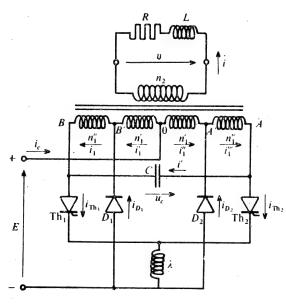
من نهاية فترة الاطفاء لثايرستريجب الاسراع أيضاً بأخذ التيار من خلال الثنائي ومحاولة زيادة التيار في الاخير لغرض استرجاع جزء من الطاقة المعطاة من المصدر الى الدوائر المساعدة للتبديل. نقول بأنه يجب تنشيط الثنائيات.

د) لتيار حمل معين ، كلما كان فارق الطور المتأخر للتيار ، نسبة للجهد v كبيراً كلما
 زاد زمن فترات الاسترجاع امتصاص الطاقة الردية من الحمل لا تظهر من خلال
 زيادة التقطيع للمصدر المستمر.

عندما يصبح فارق الطور للتيار نسبة للجهد اكبر من π/2 ، اي عندما يكون في النجانب المتناوب ، تكون فترات الاسترجاع للثنائيات اكبرمن تلك للامتصاص من خلال الثايرسترات ، تشتغل المنظومة بالاسترجاع (بالاسترداد) .

11 . 2 . مثال لمنظومة مستعملة

يعطي الشكل 7.7 مخططاً لمنظومة مستعملة لغرض انجاز مغيرات صغيرة احادية الطور بتردد ثابت. نلاحظ ان المحاثة λ ، الضرورية لتحديد الحدود للتيار i في حالة ادخال الثايرسترات في التوصيل ، توضع مثلا على التوالي مع هذه المقومات بالعكس من ذلك المحاثة λ التي تكبح الاسترجاع لاتتواجد في دوائر الثنائيات. توضع الاخيرة على المأخذ المتوسطة للمحولة بشكل ان تكون فاعلة .



نتبع التشغيل لهذه المغير الذي يقطع على حمل بنوابت L ، R خلال نصف الدورة المحصور بين القدح للثايرستر Th_1 والقدح للثايرستر Th_2) قبل كل شيء نلاحظ ان

- بسبب المحاثة L للحمل ، لايستطيع التيارالثانوي i الخضوع لعدم الاستمرارية .
 وقس على ذلك المجموع للامبير لقيمة الابتدائية .
- بسبب المتسعة v_A-v_B ، المساوي لقيمة v_A-v_B ، المخضوع v_B-v_0 ، v_B-v_B ، المخضوع لعدم الاستمرارية . وقس على ذلك الاجزاء المختلفة v_B-v_0 ، v_B-v_A ، المحمد الابدائي الكلي وللجهد الثانوي v_A-v_A ، v_0-v_A
- بسبب المحاثة λ لايستطيع المجموع $i_{{\rm Th}_1}+i_{{\rm Th}_2}$ الخضوع لعدم الاستمرارية سنعني من خلال K النسبة n_1''/n_1'

تماماً قبل الفترة المدروسة ، يوصل Th_2 ، ويختلف الجهد v_0-v_A ، المعطى من خلال ($E-\lambda$ ($di_{{
m Th}_1}/{
m d}t$) عن E لان $E-\lambda$ ($di_{{
m Th}_1}/{
m d}t$) اذن علان $E-\lambda$ ($di_{{
m Th}_1}/{
m d}t$) عرف u_c عرف عن u_c قريباً من u_c و u_c فترة u_c (u_c وصيل للثايرستر u_c) u_c

في اللحظة l=0 ، الاشارة المرسلة على بوابة الثايرستر Th_1 تقدحه ، ودخوله في حالة التوصيل يسلط جهداً u_c على الثايرستر Th_2 ويقسر اطفاؤه . بسبب المحاثة λ يأخذ التيار i_{Th_1} القيمة التي كان عليها i_{Th_2} .

 $2 i_{\text{Th}_1}$ الله مساوية لقيمة مساوية التيار i' الى زيادة مفاجئة مساوية لقيمة بسبب استقرار الأمبير – لفة i_{Th_1}

t = 0 بدأ من اللحظة -

$$v_O - v_B = E - \lambda \frac{\mathrm{d} i_{\mathrm{Th}_1}}{\mathrm{d} t} = + \frac{u_c}{2}.$$

للجهد u_c قيمة ابتدائية قريبة من 2E ، وتختلف المشتقة للتيار i_{Th_1} في بداية هذه الفترة قليلاً عن $2E/\lambda$ ، ويزداد التيار i_{Th_1}

+2E الى -2E الى -2E بيت من المساوي الميل جهدها بالانتقال من -2E الى -2E بيت من المساوي الميل المساوي الميل ا

والمساوي لقيمة D_2 والمساوي لقيمة D_2 والمساوي لقيمة $E - n_1' u_c/2(n_1' + n_1'')$

تتباطأ الزيادة للتيار i_{Th_1} بالتتابع ان ازداد u_c ، ويكون هذا التيارفي حالة قصوى عندما يكون u_c مساوياً لقيمة 2 ثم يقل للجهد على اطراف الثنائي D_1 قيمة

$$v_{D_1} = \frac{n_1''}{n_1' + n_1''} (v_B - v_0) - \lambda \frac{\mathrm{d}i_{\mathrm{Th}_1}}{\mathrm{d}t}$$
$$= \frac{n_1''}{n_1' + n_1''} \frac{u_c}{2} + \frac{u_c}{2} - E.$$

في اللحظة v_{D_1} ، حيث u_c يساوي u_c ، v_{D_1} ، يتوقف v_{D_1} من ان يكون سالباً ، ويدخل الثنائي v_{D_1} في حالة التوصيل .

 $(D_1$ والثنائي) الثايرستر للثايرستر) فترة t_1 والثنائي

 u_c التوصيل للثنائي D_1 يفرض على الجهد $v_O - v_B$ قيمة ثابتة $v_O + v_B$ اذن يكون كذلك ثابتاً ومساوياً لقيمة $v_O + v_B$.

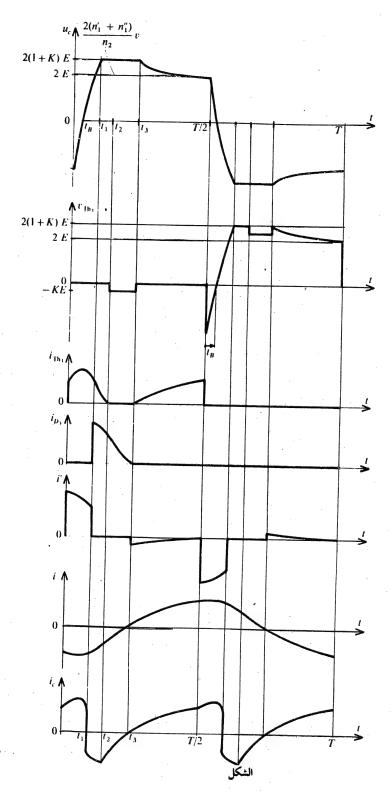
بدءاً من اللحظة $t_1 = t_1$ ، تتحرك التيارات i_1 ، i_2 تبعاً للعسلاقات :

$$Ri + L \frac{di}{dt} = \frac{n_2}{(n'_1 + n''_1)} (1 + K) E$$

$$\lambda \frac{di_1}{dt} = -KE$$

$$n'' i_1 + n' i'_1 = n_2 i.$$

يزداد التيار السالب i محاولاً ان يتصغر ثم ان يصبح موجباً والتيار السالب i' بميل هوكذلك الى ان يتصفر والتيار الموجب i يميل باتجاه الصفرولكن بصورة اسرع. في المحظة i يصل التيار i المساوي الى i لقيمة الصفر ، وينطفيء الثايرستر i طبيعياً .



 $(D_1$ وتوصيل للثنائي t_3 (t_2 فتــرة

يحافظ التوصيل للثنائي D_1 على نفس قيم الجهود على اطراف الملفات لتلك خلال الفترة الماضية .

 $l = l_2$ بدءاً من -

$$i_{D_1} = -i'_1 = -\frac{n_2}{n'_1}i$$
,

ويعطى i ايضاً من خلال

$$Ri + L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \frac{n_2}{(n_1' + n_1'')} (1 + K) E.$$

يستمر التيار السالب i بالزيادة ويميل i_{ν_i} باتجاه الصفر .

- يتوقف الثنائي D_1 عن التوصيل في اللحظة t=1 حيث يمر التيار المتزايد من الصفر .

(Th، وتوصيل للثايرستــر T/2 , t_3 فتــرة

 t_1 يجب ان يحافظ على الاشارة المسلطة على بوابة الثايرستر الله في اللحظة الميادة لكي يستطيع هذه المقوم ان ياخذ البديل للثنائي D_1 بعد D_1 ويؤمن المتابعة لزيادة التيار i

 $t = t_3$ بدءاً من -

$$\begin{aligned} v_O - v_B &= E - \lambda \frac{\mathrm{d} i_{\mathrm{Th}_1}}{\mathrm{d} t} = \frac{u_c}{2} \\ i_{\mathrm{Th}_1} &= i_1 + i' \\ i' &= C \frac{\mathrm{d} u_c}{\mathrm{d} t} \\ (n'_1 + n''_1) (i_1 - i') &= n_2 i \\ Ri + L \frac{\mathrm{d} i}{\mathrm{d} t} &= \frac{n_2}{2(n'_1 + n''_1)} u_c \,. \end{aligned}$$

يقل الجهد u_c قليلاً بادئاً من E ويستمر على الجهد على اطراف الحمل موجب ويزداد التيار i_{Th} المختلف قليلاً عن i_{Th} ويستمر قليلاً عن $n_2/(n_1'+n_1'')$ المختلف قليلاً عن المناه

- تتوقف حالة التشغيل هذه عند T/2 = I حيث يستلم الثايرستر Th_2 على بوابته اشارة ادخاله في حالة التوصيل .

يبين الشكل 7.8 رسم الاشكال المختلفة للموجات بدءاً من دراسة نصف الدورة الاولى .

عند i, i' وللتيارات u_c عند i عند i عند i عند i وللتيار i المسحوب من المصدر دورة i ولكن بعكس العلامة للتيار i المسحوب من المصدر دورة i

يكون الجهد $v_{\rm Th_1}$ على اطراف الثايرستر D_1 مهملاً عندما يوصل هذا المقوم ، ويكون مساوياً لقيمة -KE مساوياً لقيمة عندما يوصل D_1 لوحدة ويكون مساوياً لقيمة $-u_c$ عندما يوصل $-u_c$ لوحده .

ملاحظــة

تبين هذه الدراسة انه يمكن تتبع التحرك بدقة لمختلف التغيرات خلال المراحل المختلفة للتشغيل ، ولكن الحسابات تكون معقدة جداً .

فرضنا ايضاً بان التبديلات قصيرة ان تيار الحمل ثابت خلال فتراته. هنا يكون زمن التبديل المطابق لانتقال التيار i من D_1 الى D_1 مساوياً i هي الطريقة المبسطة التي نتبناها من الان فصاعداً لدراسة المغيرات بتود واطىء .

إ- في باديء الامر نفرض ان التبديلات آنية لغرض توضيح شكل موجة التيار اللحمل

2 نفرض ان التيار i ثابت خلال التبديلات و بعد ذلك نتفحص تــــلاحــق التبديلات .

3. 11 مميزات هذه المغيرات واواستعمالانها مجموعات

تسمى المغيرات كتلك المبينة في الشكل 7.7 مغيرات بمتسعة توازي لان ، وعبر المحولة ، متسعة التبديل «Commutation Capacitor» تكون على التوازي مع الحمل . ومن جهة اخرى لانغير التشغيل بربط المتسعة بين الاطراف الثانوية للمحولة . هذه المغيرات تضاعف الجهد . بسبب النقطة الوسطية للمحولة ، يتغير جهسد الاطراف للمحولة بشكل ملموس بين 2E + e و 2E - e . الجهد المباشر الواجسب تقطيعه من قبل الثايرسترات يكون مساوياً او اكبر بقليل من 2E - e

هذه المغيرات تظهر فائدة عدم الحاجة الالثايرسترين رئيسين وتسبب هبوطاً بالجهد لمقوم واحد في دائرة التقطيع للمصدر المستمر. تعمل هذه الخاصية ومضاعفة الجهد المباشر على ان نستعمل هذه المنظومات لانجاز المغيرات الصغيرة حين يكون المصدر المستمرذ وطيء داذا كانت كبيرة تفضل المغيرات بثايرسترين على التسوالي

لايسمح مغيربثايرسترين بتنظيم الجهد المتناوب للخروج .

عندما يجب اداء دور مجموعة الحماية ، يجب اضافة منظومة بين المغير والحمل تؤمن الترشيح والاستقرار للجهد المتناوب . المنظومات المستعملة لهذه العملية تستعمل متسعات ومحاثات قابلة للتشبع اوايضا مثبتات جهد Stabilizers من نوع الحديد المرن .

عند ما يكون من الضروري ان تكون الاستقرارية دقيقة جداً او عند ما نريد امكانية تغيير جهد الخروج نلجاً عادة الى المغيرات بشكل قنطرة تحتاج اربعة ثايرسترات رئيسة .

اما القيم الواطئة لجهد التغذية المستمر ، فالهبوط بالجهد في المقومين المربوطين على التوالي للمغيرات يخفض كثيراً كفاءة التحويل

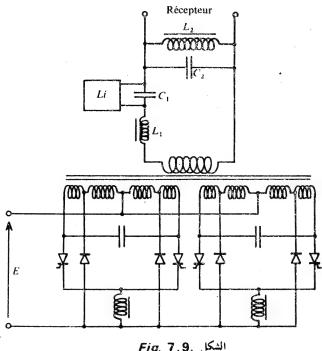
في هذه الحالة تستعمل منظومتان بمتسعة توازي تقطعان على الابتدائيين للمحولة نفسها

في الشكل 7.9 مثلنا مثل هذه المجموعة ، وبين الاطراف الثانوية والحمل نموذج لدائرة ترشيح .

نغير الجهد الثانوي بتغيير الطور لموجتي الجهد الابتدائيتين اذن بواسطة ازاحـــة اشارات القدح الموسلة على الثايرسترات للمغيرين

يسلط الجهد الثانوي على الخروج عبر دائرة رئين résonance circuit توالي ضبطت للاصلي (fundamental) ، تترك مرور التيار المطابق للتردد المرغوب به ولكن تظهر مقاومة عالية للتوافقات

تكمل الترشيح بدائرة رنين توازي L_2 C_2 مربوطة على اطراف الحمل ومضبوطة هي كذلك للاصلي . تظهر معاوقة عالية جداً لهذا الحد وصغيرة جداً للتوافقيات . في حالة الدائرة القصيرة ، المحد ما المربوط على اطراف المتسعة C_1 يحدد شدة التيار وذلك بتشويش دائرة الرئين C_1 . . .



الشكل .Fig. 7.9

اً الله مغيرات بثايرسترين على التوالي

1 . مخطط الإساس - مقسم - مميزات

. غن انجاز الغيرمع مصدر بنقطة وسطية للشكل 7.1 أَ تربط على التوالي Th₁ و حت الجهد E (الشكل 7.10) . ومن اجل ان تكون نقطتهما الوسطية i بصورة دائمية اما للطرف M او للطرف N ، أي كانت قيمة التيار M D_2 و D_1 للحمل مضيف الثنائبين

يتم الحصول على نقطة الوسط O اعتيادياً بواسطة متسعتين C_1 و C_2 من السعة) نفسها .

E على اطراف هذه المتسعات مساوِ لقيمة $u_{c1} + u_{c2} - u_{c2}$ بما ان مجموع الجهود اذن ثابت .

$$du_{c_1}/dt + du_{c_2}/dt = 0$$

$$C du_{c_1}/dt = -C du_{c_2}/dt.$$

التيار ' لشحن (او لتفريغ) المتسعة C_1 يكون مساوياً لتيار التفريغ (او لشحن) المتسعة C_2 . ويكون التيار الخارج من النقطة الوسطية C_3 للمقسم السعوي سساوياً لقيمة C_3 . ستجد فيما بعد عدة حالات فيها هذه الخاصية للمقسمات السعوية .

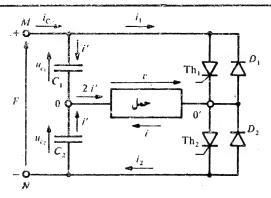


Fig. 7.10. الشكل

اذا
$$i_c$$
 يمثل التيار المقطع من المصدر i_c يمثل التيار المقطع من المصدر M (من خلال i_1 او D_1) عندما تربط النقطة D_1 بالطرف D_1 (من خلال D_2 ا D_3 ان D_4 اذن D_4 اذن الحالة هذه D_4 اذن D_4 اذن D_5 المقطع من المصدر المصدر

donc
$$i_c = i_1 - \frac{i_1}{2} = \frac{i_1}{2}$$
;

$$i_1 = 2 i_c$$

و
$$D_2$$
 و Th $_2$ و N و D_2 و $D_$

$$i_2 = 2 i_c \quad .$$

يكون التيار في المقوم الموصل ضعف ذلك المقطع (أوالمسترجع) من خلال المصدر ومنه الاسم (مضاعف التيار) الذي يستعمل غالباً لتمييزهذه المنظومة . يكون الجهد على اطراف النايرسترات المطفاة مساوياً لقيمة E . وهذه حالة N الجهد على اطراف النايرستر E عندما يربط E أو E النقطة E بالطرف E الجهد على أطراف E عندما تربط E بالطرف E من خلال E أو E وحالة الجهد على أطراف E عندما تربط E بالطرف E من خلال E أو E أو E .

اذا قارناه مع المغير بثايرسترين على التوازي نرى بان الجهد E ، ولتيار i معينين للمصدر ، يفرض المغير التوالي على الثايرسترات :

تيار مضاعف (i_c) بدلاً من (i_c) عندما توصل جهد بقيمة النصف (i_c) بدلاً من (i_c) عندما تكون مطفأة .

تأخذ المنظومة المتوالية مكان المنظومة المتوازية عندما يكون الجهد المستمر Eكبيراً E

2-111

اذا فرضنا ان سعة المتسعات C_1 و C_2 كبيرة جداً أو بتغير بي قليلا عن C_2 من جهة لأخرى واذا أهملنا فترة التبديلات نحصل على التشغيل الأساسي من جهة لأخرى واذا أهملنا فترة التبديلات نحصل على التشغيل الأساسي . (principle operation)

يتكون هذا الجهد من اشارتين مستطيلتين:

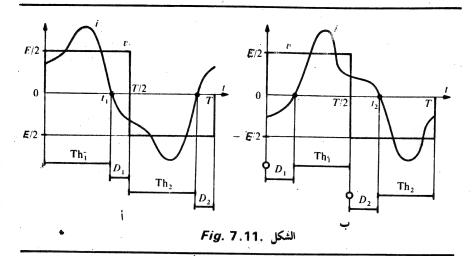
 $v=+E/2\,;\,D_1$ غند $v=-E/2\,,\,D_2$ ، يوصل ${\rm Th}_1$ أو يوصل T_1 ، يوصل $T_2< t< T$ عند

ننتقل من v الى التيار i اذا عرفنا مميزات الحمل . عندما يكون سعوياً أكثــر (الشكل 1.11 أ) تكون موجة التيار i متقدمة على موجة الجهد v . وغالباً يكون الحمل محاثياً أكثر (الشكل 7.11 ب) .

نستنتج من علامة الجهد v ومن تلك للتيار v أي من المقومات التي توصل خلال كل فترة .

في كلتا الحالتين ، فان قدح الثايرستر Th_1 هو الذي يجب ان يفصل النقطة ' O' من الطرف N لأجل ربطها للطرف M في اللحظة O' وان قدح الثايرستر Th_2 عند Th_2 الشكل Th_2 الموالذي يجب ان يفصل ' O' من الطرف M لأجل ربطها بالطرف N . الشكل T/2 الشكل T/2 الموابقة التبديلات للأنجاز .

عندما تكون موجة التيار متقدمة على موجة الجهد تكون التبديلات طبيعية عند



ويسلط D_2 ، يأخذ الثايرستر D_1 التيار D_1 التيار D_2 ويسلط جهد D_2 على اطراف هذا المقوم الذي يطفئه .

t=0في الحالة الأكثر تكراراً للشكل 7.1 ب ، تكون التبديلات قسرية . عند1 يجب ان يأخذ 1 التيار 1 من الثايرستر 1 ، ولكن يسلط ، التوصيل للثايرستر 1 ثم للثنائي 1 ، جهد 1 + على اطراف 1 ، 1 والأطفاء لهذا الثايرستر يحتاج دائرة مساعدة للتبديل .

تكون التبديلات القسرية هذه غير مباشرة يجب على Th_1 ان يقطع التوصيل للثايرستر Th_1 ثم يسمح للثنائي D_1 بتمرير التيار i يوصل الثايرستر Th_1 خلال فترة التبديل المفروضة قصيرة التي مثلت بنقطة غليظة على مخططات التوصيلات ثم ينطفىء ولا يرجع لحالة التوصيل الا عندما يأخذ i نفس العلامة كالجهد v عندv عندما ولا يرجع لحالة التوصيل الا عندما يأخذ والمسابقة العلامة التوصيل المناقبة التوصيل المناقبة التوصيل المناقبة التوصيل المناقبة المناق

t التبديلات للمقوم الموصل خلال نفس نصف موجة الجهد t عندما يغير t علامته ، عند t و t و t ، تكون التبديلات طبيعية حرة) .

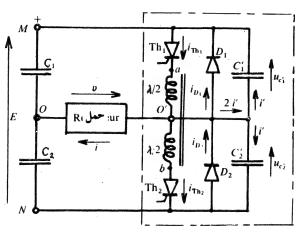
اا . 3. انجاز التبديلات

لا يمكن استعمال المنظومة الموضحة في الشكل 7.10 عملياً . لا تؤمن هذه المنظومة التبديلات القسرية ووضع الثايرسترين على التوالي المباشر تحت الجهد E للمصدر يؤدي الى خطر وضع المصدر يحالة دائرة قصيرة .

يعطي الشكل 7.12 مثالاً بسيطاً للتنفيذ . نضيف الى مخطط الاساس متسعتيس . λ من نفس السعة ونضيف ملف بنقطة وسطية وبمحاثة . λ

لا يسبب هذا الملف هبوطاً عالياً بالجهد المحاثي تحت تأثيرالتغيرات البطيئة للتيار أ ولكن يقاوم التغيرات الفجائية للفيض الـكلي total flux الذي يعبره.

بفرض ان التيار i ثابت خلال فترات التبديل، سنبين كيف ان قدح الثايرستر M يسبب انتقال جهد النقطة O' من ذلك للطرف M لذلك للطرف M أياً كان اتجاه التيار M ن قدح الثايرستر M يفصل النقطة O' من M ويربطها مع الطرف M .



الشكل . Fig. 7 ، 12

(i > 0) Th₁ – D_2 تبديل طبيعي .1.1.3. III

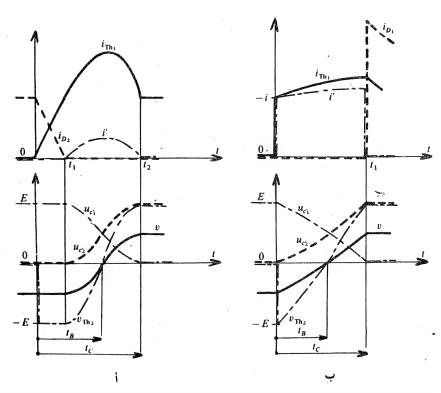
 D_2 عندما يوصل

 $v_{O'}-v_{N}\simeq 0$, $u_{c_{2}}\simeq 0$; $u_{c_{1}}\simeq E$; $v_{Th_{1}}\simeq E$; $i_{D_{2}}=i$.

 u_{c_2} بين اللحظات t=0 و t=0 و اللحظات t=0 و يبقى بين اللحظات i_{Th_1} و اللحظات i_{Th_1} الذي يعطى من خلال $i_{\mathrm{Th}_1}/\mathrm{d}t=E$ بقيمة صفر . للتيار i_{Th_1} الذي يعطى من خلال i_{D_2} تعبير $i_{\mathrm{Th}_1}=2Et/\lambda$

را بقيمه عند i_{D_2} عندما يصل i_{Th_1} القيمة i تكون قيمة i_{D_2} صفراً وبذلك ينطفيء i_{Th_1} عندئذ يبدأ الشحن للمتسمة C_2' والتفريخ للمتسعة $i_{C_1'}$. رأينا اذاكانت هاتان المتسعتان i_{Th_1} متساويتين . فالموصل الذي يربطها بالنقطة i_{Th_1} يسري به تيار i_{Th_1} فان i_{Th_1} وخلال هذه الفترة i_{Th_1} . i_{Th_1} i_{Th_1}

 $u_{c1}^{'}$ عند $u_{c1}^{'}$ ، يصل $u_{c2}^{'}$ لقيمة $u_{c1}^{'}$ ويكون $u_{c1}^{'}$ بقيمة صفر ، وينتقل الجهد للطرف $u_{c1}^{'}$ من ذلك الطرف $u_{c1}^{'}$ لذلك للطرف $u_{c1}^{'}$ وينتهي التبديل وغرر الثايرستر $u_{c1}^{'}$ التبار $u_{c1}^{'}$.



الشكل .Fig. 7.13

عندما يكون i سالباً ، والنقطة o' متصلة بالطرف N فان i هو الذي يوصل عند ئــذ

 $v_{O'} - v_N \simeq 0 \; , \; \; u_{c_1'} \simeq 0 \; , \; \; u_{c_1'} \simeq E \; , \; \; v_{\mathrm{Th}_1} \simeq E \; , \; \; i_{\mathrm{Th}_2} = - i \; .$

اذا قدحنا Th_1 عند 0=1فانه يدخل في حالة التوصيل ، ولا يستطيع الجهد $v_{\rm Th}$ للنقطة O' ان يخضع لعدم الاستمرارية ويأخذ الجهد $v_a=v_o$ القيمة Eوينتقل Eفجأة لقيمة E وينطفئ المقوم E (شكل E) .

لا تستطيع الامبير – لفة للمحاثة i ان تخضع لعدم الاستمرارية ، ويأخذ i_{Th_1} انيا قيمة i_{Th_2} أو i – .

i+2 i' التيار i+2 i' ويقطع الثايرستر i+2 التيار i التيار i التيار التيار أن التيار i النيار التيار i الخضوع لعدم الاستمرارية فالقيمة الأبتدائية للتيارات i تكون مساوية الى i . . .

عند $I=I_1$ ، تصل قيمة الجهد u_{c_1} للصفر والجهد u_{c_2} الى + وينتهي التبديل U_1 الجهد U_2 . U_3 من ذلك للطرف U_4 للذلك للطرف U_5 . تتوقف الجهود U_6 من التغير وتتصغر التيارات U_1 . ويدخل الثنائي U_2 في حالة التوصيل وتياره U_3 يأخذ القيمة التي كان عليها تماما في نهاية التبديل والمساوية الى U_1 . U_2 . U_3 بعد اللحظة U_4 ، توصل المقومات U_4 و U_4 تزامنياً ، ويقل U_4 ويميل U_5 . U_6 نحو U_6 .

يسمى التبديل D_1 — Th بالتبديل غير المباشر او بواسطة العجريض : التعشيق للثا يرستر Th يقطع الوصل للنقطة O الى الطرق N ولكن بعد ذلك يترك المجال للثنائي D_1 إنه لا يوصل التيار الى العمل الا فيما بعد عندما يكون كل من v و v بالعلامة نفسها .

يعطي الشكل 7.13 اشكال موجات التيارات i_{Th_1} ، i' ، i_{Th_1} واشكال موجات الجهود v_{c_2} ، v_{c_3} ، v_{c_4} ، للتبديلين اللذين ينقلان جهد النقطة موجات الجهود v_{c_3} ، v_{c_4} ، v_{c_5} ، v_{c_5}

يبين الشكل 7.13 ب عيب الانجاز المدروس. في نهاية التبديل القسري ثنائياً واحداً وثايرستر يقطعون تزامنياً. كذلك ، بدءاً من D_i ، I=I , مرر تياراً I=I ولكن يدور تيار في الدائرة المكونة من I=I ، I=I وجزء الملف I=I=I المساوي I=I=I يزيد قيمة I=I=I ويؤدي الى زيادة ملحوظة في معيار المقومات فاطفاءه يحدد من خلال المعادلة .

 $\frac{\lambda}{2} di_{Th_1}/dt + \frac{r}{2} i_{Th_1} = - (\Delta u)_{D_1} - (\Delta u)_{Th_1},$

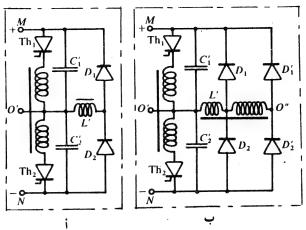
مع , و χ ثوا بت الملف $(\Delta u)_{D_1}$ مع , و χ ثوا بت الملف ($(\Delta u)_{D_1}$ من $(\Delta u)_{D_1}$ من اجل الاسراع باطفاء الثايرستر $(\Delta u)_{D_1}$ نستطيع اضافة محاثة $(\Delta u)_{D_1}$ الجمهاز $(\Delta u)_{D_1}$.

بدء ً من اللحظة i_1 ، يدخل D_1 في حالة التوصيل ولكن التيارات i_{Th_1} و بدء ً لا تستطيع الخضوع لعدم الاستمرارية ولاتستطيع التيارات i_1 الاختفاء فحاة i_2 الى ابعد من i_3 + ويصبح الجهد على اطراف i_4 سالباً . يسرع هذا الجهد المسلط على الثايرستر i_4 وعلى المحاثة i_4 النقصان للتيار i_{Th_1}

من اجل تحسين الاسترجاع نتبنى غالباً المخطط في الشكل 1.4 بم مع محائسة بماخذ متوسط وثنائيين لكل ثايرستر. يشمح هذا المخطط برفع جهد ثنائيات الاسترجاع التي ترسل جزء من الطاقة المكبوتة في المحاثة أم باتجاه المصدر في بداية التبديل . هي المنظومة الاكثر استعمالاً . التمرين 3 في نهاية الفصل يبين الخطوات المتنالية لتبديل قسري .

Inverter of threephase Voltage مغير جهد ثلاثي الطور 4.111

ننجز مع ثلاث مجموعات متماثلة لتلك المحددة في الخطوط المختلطة في الشكل 12.1 ولتلك في الشكل 1.1 ولتلك في الشكل 1.1 ولتلك في الشكل 1.1 ولتلك في الشكل 1.15 ولتربيا عدة في الشكل 7.14 ولا دوائر مساعدة للتبديل .



الشكل .7.14 Fig. 7

تقدح الثايرسترات من سدس الدورة الى سدس الدورة في الترتيب التالي Th_1 من Th_2 ، Th_3 ، Th_4 ، Th_5 ، Th_5 ، Th_6 ، Th_8 ، الطرف Th_8 من Th_8 ، ويعمل قدح الثايرستسر Th_8 عند Th_9 العكس . تعمل المجموعتان الاخريان الشيء نفسه يعد ثلث او ثلثي الدورة .

اللجهد u_{BA} (الشكل 7.16) بين طرفي الحمل الاوليين القيم التالية :

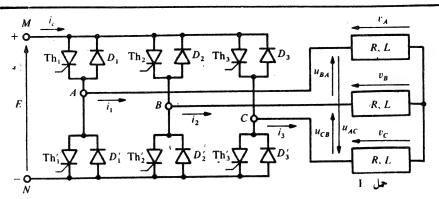
$$u_{BA} = + E$$
 , $0 < t < T/3$ significantly $u_{BA} = 0$, $T/3 < t < T/2$ significantly $u_{BA} = -E$, $T/2 < t < 5 T/6$ significantly $u_{BA} = 0$. , $5 T/6 < t < T$ significantly $T/3 < t < T/3$ significantly $T/3 < T/3$ significantly

. u_{AC} وللجهد الشكال الموجات للجهد الطريقة نفسها اشكال الموجات للجهد

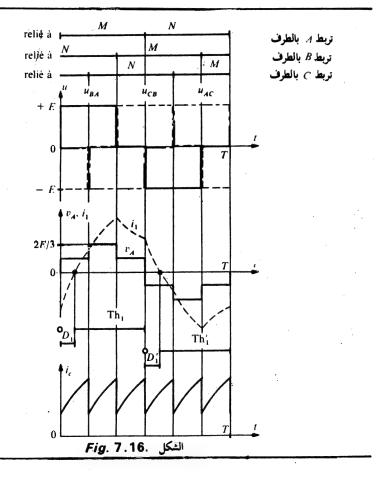
نتقل من الجهود المركبة الى الجهود البسيطة v_a ، v_B ، v_A بالاشارة الى انه اذا كانت R و L ثوابت الحمل و i_3 ، i_2 ، i_3 التيارات المغذاة له من المغير

$$v_A+v_B+v_C=Ri_1+Lrac{{
m d}i_1}{{
m d}t}+Ri_2+Lrac{{
m d}i_2}{{
m d}t}+Ri_3+Lrac{{
m d}i_3}{{
m d}t}$$
 .
$$v_A+v_B+v_C=0$$
 اذن $i_1+i_2+i_3=0$ بيما ان

$$\begin{split} u_{BA} &= v_A - v_B \,, \\ u_{CB} &= v_B - v_C \,, \\ u_{AC} &= v_C - v_A \,, \end{split}$$



الشكل .7.15 Fig. 7



Comment of the same

$$\begin{array}{lll} v_A = (u_{BA} - u_{AC})/3 & \text{if} & u_{BA} - u_{AC} = v_A - v_B - v_C + v_A = 3 v_A \\ v_B = (u_{CB} - u_{BA})/3 & \text{if} & u_{CB} - u_{BA} = v_B - v_C - v_A + v_B = 3 v_B \\ v_C = (u_{AC} - u_{CB})/3 & \text{if} & u_{AC} - u_{CB} = v_C - v_A - v_B + v_C = 3 v_C \end{array}$$

تسمح مميزات الحمل بالانتقال من الجهود البسيطة الى التيارات ، ثم الى مخطط التوصيلات . في الشكل 7.16 تحددنا بالرسومات المنسوبة للمرحلة الاولسى استنتج من تيارات المقومات ، التيار ، المقطع من مصدر الجهد E ، ودورته تساوي T/6 .

(Bridge Inverters)

١٧ . المغيرات بشكل قنطرة

لاتسمح المغيرات بثايرسترين لكل طور الا بالتشغيل بالتحكم المتماثل ، بقدح المقومان بفترات زمنية متساوية . تعتمد نسبة التحويل مستمر – متناوب قليلاً على الحمل وعلى التردد ولكن لانستطيع الاعتماد على قيمته .

من اجل امكانية تغيير بصورة مستمرة النسبة مستمر – متناوب ، يجب اللجوء الى التحكم المزاح ومن اجل هذا توضع اربعة ثايرسترات مربوطة بشكل قنطرة لكل طور من الاطوار (انظر الفقرة 2.1.۲))

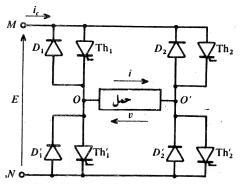
بتجميع عدة قناطرمغيرة نستطيع انجازمغيرات ثلاثية الطور اومغيرات احادية الطور اومتعددة الاطوار بجهد خروج جيبسي تقريباً .

٦. ١٧ مغير احادي الطور بشكل قنطرة

(Single phase bridge invertes)

1.1.10 مخطط الاساس . جهد الخروج

 ${
m Th}_1' - D_1'$ و ${
m Th}_1 - D_1$ و يربط مجموعتان من مجموعتان من مجموعات ثايرستر ثنائي ${
m Th}_1' - D_1'$ و يربط الحمل ${
m Th}_2 - D_2$ و يربط الحمل يق المقاط الوسطية ${
m O}$ و ${
m O}$ للمجموعتين (الشكل 7.17) .



الشكل .7.17. Fig. 7

اذا مثلنامن خلال T دورة التشغيل ومن خلال ω السرعة الزاوية المطابقة Th_1' عند mt=1 عند mt=1

يجب ان يفصل قدح الثايرستر Th_1 النقطة O من الطرف N ويربطها بالطرف Th_2 و Th_2 و Th_3 و Th_4 و Th_2 و Th_3 المجد الخروج التعابير التالية

$$v=0$$
 , $0<\omega t<\beta$ size $v=E$, $\beta<\omega t<\pi$ size $v=0$, $\pi<\omega t<\pi+\beta$ size $v=-E$, $\pi+\beta<\omega t<2\pi$ size

يتكون جهد الخروج من موجات مستطيلة بعرض يساوي $\pi-\beta$ (الشكل 7.18) وقيمته الفعلية تعطى من خلال

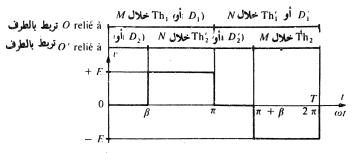
$$V=E\sqrt{1-\frac{\beta}{\pi}}\;,$$

 π الى الصفر عندما تتغير β من الصفر الى E

اذا اخذنا منتصف نصف الموجب كمركز للزمن ، فللجهد ٧ تحليل فورير التالي

$$v = -\frac{4}{\pi} E \sum_{n} \frac{1}{n} \sin n \left(\frac{\pi - \beta}{2} \right) \cos n\omega t$$

avec n = 1, 3, 5...



الشكل .7.18 Fig. 7

رسمه في الشكل 7.19 التغيرات لسعة الاصلي V_{1m} وسعات التوافقات الثلاث الاولية بدلالة β .

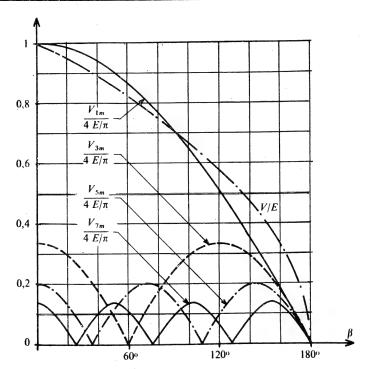


Fig. 7.19. الشكل

2.1.IV تيارات تبديلات للانجاز

لتحديد دور المقومات المختلفة ، انظر الانواع الثلاثة لفترات التبديلات الواجب تأمينها ، نتفحص ، مثلاً ، التقطيع على حمل بثوابت R و L .

١٠ 2 . 1 . ١٧ موجة التيار . مقومات موصلة

$$v = 0$$
, $0 < \omega t < \beta$ is

$$i = i_0 e^{-\frac{R}{L}t} = i_0 e^{-\frac{\omega t}{Q}},$$

 $L\omega/R$ وان i_0 بقيمة سالبة و Q تساوي

$$v = E$$
 , $\beta < \omega t < \pi$...

$$i = \frac{E}{R} + \left(i_{\beta} - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{(\omega t - \beta)}{Q}},$$

مع ip بقيمة سالبة

$$v = 0$$
, $\pi < \omega t < \pi + \beta$ is $-$

$$i = -i_0 e^{-\frac{(\omega t - \pi)}{Q}}$$

$$v = -E$$
, $\pi + \beta < \omega t < 2\pi$

$$i \equiv \frac{-E}{R} - \left(i_{\beta} - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{(\omega t - \pi - \beta)}{Q}}.$$

: نستنج $i_{\underline{T}} = -i_0$ نستنج

$$i_0 = -\frac{E}{R} \frac{1 - e^{-\frac{(\pi - \beta)}{Q}}}{1 - e^{-\frac{\pi}{Q}}}; \qquad i_{\beta} = -\frac{E}{R} \frac{e^{-\frac{\beta}{Q}} - e^{-\frac{\pi}{Q}}}{1 - e^{-\frac{\pi}{Q}}}.$$

ومنه شكل موجة التيار ¡ (اعلى الشكل 7.20) المطابقة لتلك للجهد 0

والمقومات الموصلة (منتصف الشكل 7.20)

$$(0 < m < \pi)$$
 الطرف O يتصل بالطرق M

اذا كان / بقيمة موجبة Thi،

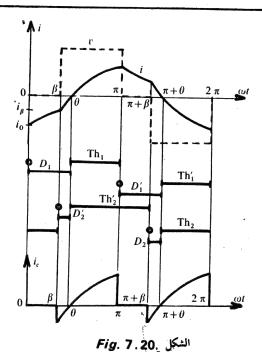
$$D_1$$
، اذا كان i بقيمة سالبة

 $(\pi < \omega t < 2\pi) N$ الطرف O يتصل بالطرف O

اذاكان ، بقيمة سالبة ، Th'

$$D_1'$$
، بقيمة موجبة i

الطرف O' يتصل بالطرف O' يتصل بالطرف O' يتصل بالطرف O' يتصل بالطرف O' بقيمة موجبة O' اذا كان O' بقيمة سالبة O' يتصل بالطرف O' اذا كان O' سالباً O' بالدا كان O' موجباً O' اذا كان O' موجباً O'



· 1. IV. و .2. 2 الانواع الشلاث للفتسرات

ترى ظهور ثلاثة انواع من الحالات :

عند $\pi+\theta<\omega t<2$ عند $\theta<\omega t<\pi$ عند $\theta<\omega t<\pi$ عند $\theta<\omega t<\pi$ عند $\theta<\omega t<\pi$ عند الحمل بواسط θ ثايرسترين احدهم يتصل بالطرف θ والاخريتصل بالطرف θ . المصدر يقطع θ عند ما تكون المقومات θ الموصلة θ عند ما تكون المقومات θ و θ موصلة θ عند ما تكون المقومات θ و θ موصلة θ عند ما تكون المقومات θ و θ موصلة θ

عند $\beta < \omega t < \pi + \beta < \omega t < \pi + \theta$ وعند $\beta < \omega t < \theta$ ، يعيد الحمل السي المصدر تيار بواسطة ثنائيين ، احدها يتصل بالطرف O والآخر يتصل بالطرف O' . أي المقصود فترات الاسترجاع :

i عندما يمرر الثنائيان D_1 و D_1 تياراً سالبا $i_c=i$

i با عندما يمره الثنائيان D_1 و D_2 تيارا موجبا $i_c=-i$

 $\pi < \omega t < \pi + \beta$ وعند $0 < \omega t < \beta$ ، الحمل يقصر نفسه من خلال التوصيل لثنائي ولثايرستر . اذا كان i موجباً ، المقصود للثنائي ولثايرستر Th_2 واذا كان i سالباً للثنائي D_1 وللثايرستر Th_2 واذا كان i سالباً للثنائي i وسفراً خلال هذه الفترات (اسفل الشكل i) .

التبديسلات للانجساز,3.2.1.1۷

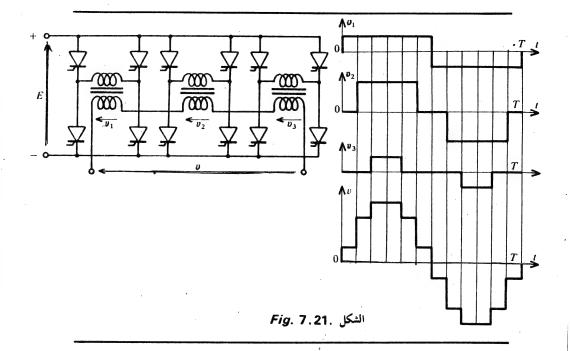
تكون جميع التبديلات القسرية الواجب اداؤها من طرازغير المباشر ، يقطع الثايرستر ON الوصل ON لغرض تثبيت الوصل ON عند ON المخذ مرحلت ON للتوصيل الا عند ON عند ON التبديلات المنجزة من الثايرستر ON عند ON

، $Th_2'-D_2$, $Th_1'-D_1'$, Th_1-D_1 انتقال التوصیل من الثنائیات الی الثایرسترات ($Th_2'-D_2$) هي تبديلات حرة لانها تتم بتيار Th_2-D_2

يتم انجاز التبديلات القسرية بواسطة واحد من اجهزة الاطفاء العكسي لضلعين من القناطر على التوالي المبينة في الاشكال 7.12 او 7.14.

2. 1V. المغيرات احادية الطور (الجيبية)

نستطيع العصول عل جهد مقارب للجهد الجيبي انطلاقا من مغير بشدل قنطرة الذي يسمح بالحصول على جهد متناوب مؤلف من موجات مستطيلة بفترة ويعرض نسبياً قابلين للتنظيم .



-1-2-IV

باضافة جهود الخروج لعدة قناطر احادية الطور نحصل على جهد كلي الذي تكون نسبة التوافقات به قليلة وهذا يسهل عملية الترشيح الواجب عملهابين منظومة المغير والحمل.

الشكل 7.21 يبين مثالاً بسيطاً لتجميع ثلاثة جهود بذروات مختلفة ، بفضل نسب المحمولات ، وبعرض مختلف بفضل الزاوية β المساوية لقيمة 0 . 0 و $\pi/6$ على التتابع . لم تظهر الثنائيات المربوطة على التوازي مع الثايرسترات واجهزة الاطفاء . ستعود لمنظومة ثلاثية الطور من هذا النوع :

2.2.1V اختيار نسب التحويل : -

تستطيع الحصول على النتيجة نفسها مع مغير واحد (الشكل 7.22) لكن بثلاثة مجاميع للثايرسترات مربوطة بالتوازي العكسي (back-to-back) موضوعة في الثانوي للحمولة .

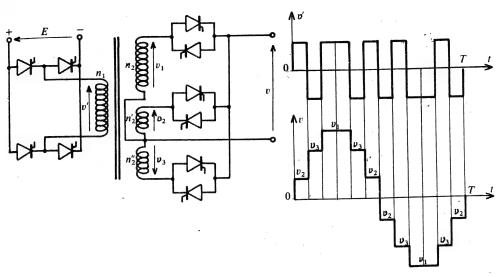


Fig. 7.22. الشكل

برنامج تحكم بسيط يسمح بالحصول على حزمة مستطيلة ولمرتين خلال دورة واحدة واعرض بمرتين من الحزمتين الاخريين وبتسليط الحزم الثلاث للجهود الثانوية بين اطراف الخروج والتي توافق

$$v_3 = -v' \frac{n_2''}{n_1}$$
 of $v_2 = v' \frac{n_2'}{n_1}$ of $v_1 = v' \frac{n_2}{n_1}$

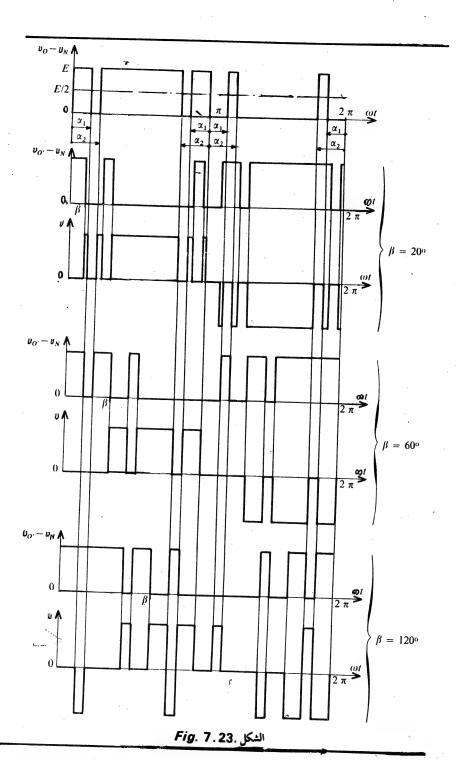
3.2. [٧] مغيرات بتعديل عرض النبضات:

(Pulse width modulation inverters)

يسمح المغير بشكل قنطرة ليس بتنظيم القيمة الفعلية لتردد الجهد المتناوب فقط ولكن بأعطاء نسبة توافقات واطئة ايضاً .

 ωt عنده عنده Δt مخطط الشكل 7.17 ونفرض بان الثايرستر Δt يقدح عنده Δt عند Δt مند Δt الثايرستر Δt عند Δt Δt عند Δt Δt

WE = 2714 WE = 11+42 WE = 11



اشارات القدر للثما المرستر Th'_2 متاخرة بزاویسة طور β من تلک للثایرستر Th_1 وتلك للثایرستر Th_2 متأخرة بزاویة طور β عن الاشارات المسلطة علی بوابة الثایرستر $v_{O'}-v_N$ ومنه شكل موجة الجهد $v_{O'}-v_N$

 v_0-v_N يتم الحصول على جهد اطراف الحمل v باجراء الفرق بين v_0-v_N و v_0-v_N يظهر شكل موجة الجهد E/2 يشتمـــل يظهر شكل موجة الجهد E/2 يشتمـــل تحليل فورير له الا على الحدود الجيبية الفردية . تحسب سعة الحد بسرعة زاوية v_0-v_N خلال .

$$\frac{4}{\pi} \frac{E}{2} \left[\int_0^{x_1} \sin n\omega t \, d\omega t - \int_{x_1}^{x_2} \sin n\omega t \, d\omega t + \int_{x_2}^{\frac{\pi}{2}} \sin n\omega t \, d\omega t \right],$$

وتساوي

$$\frac{4}{\pi} \frac{E}{2} \left(\frac{1-2\cos n\alpha_1 + 2\cos n\alpha_2}{n} \right).$$

نختار α_1 و α_2 فیکون للتوافقات من فئة 3 و 5 سعة بقیمة الصفر . اذن تعطی هذه الزوایا من خلال

$$1 - 2\cos 3\alpha_1 + 2\cos 3\alpha_2 = 0$$

1 - 2\cos 5\alpha_1 + 2\cos 5\alpha_2 = 0

ونستنتج

$$\alpha_2 = 33^{\circ} 3$$
 $\alpha_1 = 23^{\circ} 6$

اذن لانجد في تحليل فورير للجهد $E/2 - E/2 - (v_o - v_N)$ الا على التوافقات F/2 - E/2 ... بالاضافة للاصلي

قس على ذلك للجهد $\pi+\beta$ من الجهد $(r_O-r_N)-E/2$ من الجهد السابق .

يكون تعبيرالحد بسرعة زاوية س الجهد الخروج v ، الذي يساوي الفرق بين الجهدين السابقين هو

$$\frac{4}{\pi} \frac{E}{2} \frac{1}{n} (1 - 2 \cos n\alpha_1 + 2 \cos n\alpha_2) \left[\sin n\omega t - \sin n(\omega t - \pi - \beta) \right]$$
وله سعة بقمة

$$V_{nm} = \frac{4}{\pi} E(1 - 2 \cos n\alpha_1 + 2 \cos n\alpha_2) \frac{1}{n} \cos \frac{n\beta}{2}$$

$$V_{1m} = \frac{4}{\pi} E \, 0.84 \cos \frac{\beta}{2} \, ; \quad V_{3m} = 0 \, ; \quad V_{5m} = 0$$

$$V_{7m} = \frac{4}{\pi} E \, 0.25 \cos \frac{7 \, \beta}{2} \, ; \quad V_{9m} = \frac{4}{\pi} E \, 0.41 \cos \frac{9 \, \beta}{2} \, ;$$

$$\dot{\mathcal{E}}^{\parallel} V_{11m} = \frac{4}{\pi} E \, 0.3 \cos \frac{11 \, \beta}{2} \, , \text{ etc...}$$

بمعرفة فئة التوافقات الابتدائية للجهد يكون ترشيحها بسيطا جدا .

مسلاحظسات

- أ) بتشكيل كل نصف موجة للجهود E/2 و $(v_O-v_N)-E/2$ و $(v_O-v_N)-E/2$ من خمسة حزمات مستطيلة وليست من ثلاث ضربات ، تستطيع اختيسار الزوايا الاربع الداخلة في تعريف هذه الاشكال للموجأت لغرض تصفير التوافقات (0.5, 7.5, 0.5) والتوافق الأول الذي يبقى هو التوافق (0.5, 7.5, 0.5)
- ب) للمنظومات الثلاثية الطور ، يستطيع اقتران اطوار الحمل ان يجعل التوافقات من فئة 3 او مضاعفات 3 عديمة التأثير .

بثلاث حزمات مستطيلة نستطيع تصفير التوافقات 5 و 7 وبحمس ضربات نستطيع تصفير التوافقات الأولى المزعجة في الحالة الأولى المزعجة في الحالة الأولى المزافقات 13, 17, 13, 11 ...وللحالة الثانية التوافقات 25,23, 19, 17 ...وللحالة الثانية التوافقات

ج) يجب بناءاً على ايقاع تشغيل الثايرسترات تعجيل التبديلات وتقليل المفاقيدالتي المخططات مقاربة من تلك الممثلة في حالة دراسة المقطعات فيها تستعمل ترانزسترات القدرة في القدرة الواطئة غالبا

3. 1V. انجاز مغيرات ثلاثية الطور

نستطيع انجاز مفيرات ثلاثية الطور بمفيرات احادية الطور بشكل قنطرة نفرض على الاخيرة بالاضافة للشروط المألوفة بتأمين الازاحة بزاوية 120 بين جهود الشروج للاطوار الثلاثة.

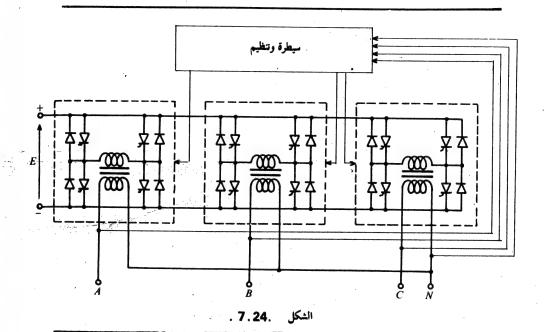
unsymmetric loads غير المتناظرة 1.3.IV

اذا كان البخوف من ان يكون حمل الاطوار الثلاثة غيرمتناظر. يجب استعمال ثلاثة

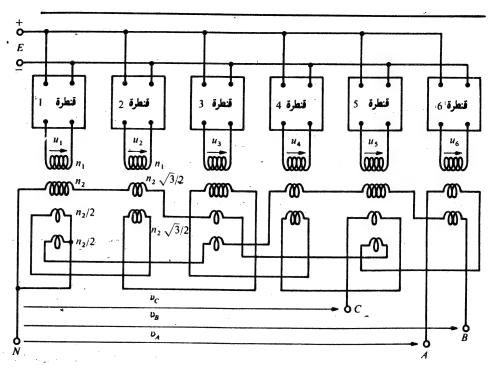
مغيرات احادية الطور متميزة يقترن الخروج بشكل نجمة لغرض تجنب التيارات الدوارة تنظم الجهود الثلاثة البسيطة بصورة منفصلة من وجهة نظرالسعة والطور (شكل 1.24).

2.3. IV مطحة مثلى المتناظرة جهود بموجات مسطحة مثلى

اذا كان التنظيم المنفصل للجهود الثلاثة غير ضروري ، نستطيع تركيب اشارات الخروج الثلاث بدءاً من الجهود المغذاة من خلال عدد من القناطر احادية الطور $\frac{1}{2}$ هكذا نحصل على جهود بموجات مسطحة قريبة جداً من الجيبية ونستطيع تسهيل عملية الترشيح او الغائه . نستطيع تغيير جهود الخروج وبصورة خاصة تنظيمها بالتأثير في زاوية الطور β لكل قنطرة .



يوضح الشكل 7.25 منظومة من ست قناطرمزاحة عن بعض بزاوية 30°. كل قنطرة تقطع على ثانويين أو ثلاثة ثانويات. نسبة التحويل للمحولات بثانونين هي تقطع على ثانويين أو ثلاثة ثانويات. نسبة التحويل للمحولات بثانونين هي $n_1/n_2/\frac{1}{2}n_2/\frac{1}{2}n_2$ وتتلك بثلاث ثانويات $n_1/n_2/\frac{1}{2}n_2/\frac{1}{2}n_2$ وتتلك بثلاث ثانويات $n_1/n_2/\frac{1}{2}n_2/\frac{1}{2}n_2$ موجة يبين الشكل $n_1/n_2/n_3$ عند n_2/n_3 وعند n_3/n_3 في شكل موجة هذا الجهد (فرضنا لغرض التبسيط بان n_2/n_3)



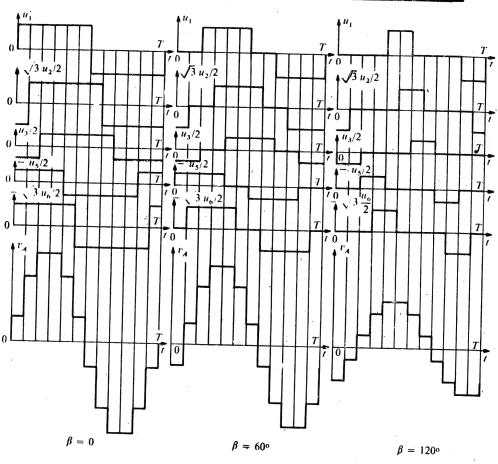
الشكل .7.25 ج

ليس المقصود هذا الاحالة لمولد النبضات pulses generator بموجات مسطحة مثلى ، اذا مثلت $y_{2p}, \dots, y_{x}, \dots, y_{2}, y_{1}$ الماطحة بفترة T/2p المكونة لموجة جهد بدورة T ، سيكون هذا الجهد خالياً من التوافقات $p, \dots, 3, 2$ والاصلى له قيمة فعلية y اذا

$$y_1 = V \frac{\pi \sqrt{2}}{2 p};$$
 $y_2 = y_1 \frac{\sin 3\pi/2p}{\sin \pi/2p}; \dots;$ $y_x = y_1 \frac{\sin (2x - 1) \pi/2p}{\sin \pi/2p}.$

في هذه الحالة لايحتوي تحليل فورير الاعلى التوافقات من فئة $2\,kp\,\pm\,1$ بالاضافة للاصلي وتعطى سعاتها من خلال

$$V_{(2kp\pm 1)m} = \frac{2 p y_1}{\pi (2 kp \pm 1)}.$$



الشكل. 26. 7

ستطيع توليد نظام ثلاثي الطور مثيل لهذه الجهود مع p مغير فقط تعطي اشارات مستطيلة متشابهة مزاحة بفترة p بشرط ان تكون p من مضاعفات p برهنا مع p للقاعده العامة التي تعطي النسب التي يجب ان تمثل عدد اللفات للثانويات الثلاثة لعدد p من المحولات .

اذا كانت p الجهود التي عدد ها p من السعة u نفسها والمسلطة على الابتدائيات ، تكون المجموعات الثلاث للجهود p الثانوية التي منها تكونت المجاميع v_c و v_c هي

$$v_A = \sum_{i=1}^p m_i^1 u_i; \qquad v_B = \sum_{i=1}^p m_i^2 u_i; \qquad v_C = \sum_{i=1}^p m_i^3 u_i.$$

Les tapports de transformation doivent avoir pour expression generale

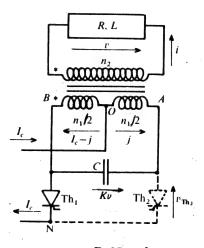
$$m_i^r = \frac{y_1}{u} \cos \left[i - 1 - (r - 1) \frac{2p}{3} \right] \frac{\pi}{p},$$

مع r مساوياً :1 . 2 او 8 تبعاً للاطوار C . B . A مساوياً :1 . 1 و :1 و :1 و :1 و :1 مع :1 النسوبة :1 هي حالة الاشكال :1 و :1 و :1 :1 من :1 النسوبة :1 هي :1 من :1 من :1 من :1 النسوبة :1 من :1

$$\begin{array}{lll} m_1^1=1 & ; & m_2^1=\sqrt{3/2} & ; & m_3^1=0.5 & ; & m_4^1=0 & ; & m_5^1=-0.5 & ; & m_6^1=-\sqrt{3/2} & ; \\ m_1^2=-0.5 & ; & m_2^2=0 & ; & m_3^2=0.5 & ; & m_4^2=\sqrt{3/2} & ; & m_5^2=1 & ; & m_6^2=\sqrt{3/2} & ; \\ m_1^3=-0.5 & ; & m_2^3=-\sqrt{3/2} & ; & m_3^3=-1 & ; & m_4^3=-\sqrt{3/2} & ; & m_5^3=-0.5 & ; & m_6^3=0 & . \end{array}$$

تمارين الفصل السابع

تمرين 1 تقطيع لمغيراحادي الطوريمتسعة توازي يمتص تياراً مستمراً بقيمة ثابتة على حمل مقاومي ومحاثى (الشكل 7.27) .



الشكل . 7.27

T/2 . O المعادلة التفاضلية التي تعطي التيار O في الحمل خلال الفترة O . The state O -

حدد تعبير التيار ، وللجهد ، في الحالتين المكنتين (حالة حرة لتيار ، لادورية ، ـ-ثم شبه دورية) . بأستنتاج الشرط لتشغيل المغير.

- : ارسم اشكال الموجات لكل من ، ، و
$$v_{\text{Th}_2}$$
 في الحالة التاليسة : $K=2$, $R=10$, $L=0.1$ H , $C=250$ μF , $T=\frac{\hat{1}}{50}$ s .

اجسوبة : -

أ) من مخطط المنظومة ، عند T/2 ، 0 < t < T/2) وبفضل تعويض الأمبير – لفة AT .

on déduit
$$\mathbf{j} = \mathbf{kc} \quad \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

$$LK^2 C \frac{d^2i}{dt^2} + RK^2 C \frac{di}{dt} + i = \frac{K}{2} I_c$$

$$v = Ri + L \frac{di}{dt}$$

$$v_{\mathsf{Th}_2} = Kv$$
.

تكون الحالة الحرة للتيار الادورية

 $R/2L > \sqrt{1/LK^2C}$

ففرض

ب) اذا

$$\alpha = \frac{\kappa}{2L}, \qquad \beta_0 = \sqrt{\frac{1}{LK^2C}}$$

$$r_1 = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2}$$

$$r_2 = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta_0^2}$$

$$i = \frac{K}{2}I_c + A_1 e^{r_1t} + A_2 e^{r_2t}$$

$$\frac{di}{dt} = A_1 r_1 e^{r_1t} + A_2 r_2 e^{r_2t}$$

$$\frac{di}{dt} = A_1 r_1 e^{r_1t} + A_2 r_2 e^{r_2t}$$

$$(di/dt)_{\frac{T}{2}} = - (di/dt)_0$$

$$A_1 = \frac{Kr_2 I_c}{(r_1 - r_2) (1 + e^{r_1 \frac{T}{2}})}$$

$$A_2 = \frac{-Kr_1 I_c}{(r_1 - r_2) (1 + e^{r_2 \frac{T}{2}})}$$

يجب ان تكون Kv_0 سالبة ومنه شرط التشغيل

$$(r_{2}^{2} - r_{1}^{2}) (1 + e^{r_{1} \frac{T}{2}}) (1 + e^{r_{2} \frac{T}{2}}) - 2 r_{2}^{2} (1 + e^{r_{2} \frac{T}{2}}) + 2 r_{1}^{2} (1 + e^{r_{1} \frac{T}{2}}) < 0.$$

$$\dot{\alpha} < \beta_{0}$$

$$\dot{\alpha} = \frac{K}{2} I_{c} + e^{-\alpha t} (A'_{1} \cos \beta t + A'_{2} \sin \beta t)$$

$$\dot{\alpha} = e^{-\alpha t} [A'_{1} (-\alpha \cos \beta t - \beta \sin \beta t) + A'_{2} (-\alpha \sin \beta t + \beta \cos \beta t)]$$

$$\beta = \sqrt{\beta_{0}^{2} - \alpha^{2}}.$$

$$A'_{1} = \frac{-KI_{c} \left[\beta + \left(\beta \cos \beta \frac{T}{2} - \alpha \sin \beta \frac{T}{2}\right) e^{-\alpha \frac{T}{2}}\right]}{\beta \left(1 + 2 \cos \beta \frac{T}{2} e^{-\alpha \frac{T}{2}} + e^{-\alpha T}\right)}$$

$$A'_{2} = \frac{-KI_{c} \left[\alpha + \left(\alpha \cos \beta \frac{T}{2} + \beta \sin \beta \frac{T}{2}\right) e^{-\alpha \frac{T}{2}}\right]}{\beta \left(1 + 2 \cos \beta \frac{T}{2} e^{-\alpha \frac{T}{2}} + e^{-\alpha T}\right)}.$$

يكتب شرط ٢٠٥ سالباً.

$$\sin \beta \frac{T}{2} > \frac{\alpha \beta}{\beta^2 - \alpha^2} (e^{-\frac{x^T}{2}} - e^{\frac{x^T}{2}}).$$

ج) تطبيق رقمي

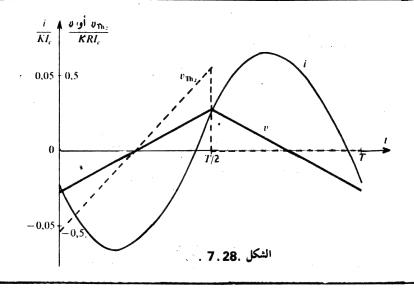
$$\alpha < \beta_0$$

$$\alpha = 50 , \quad \beta = 50 \sqrt{3} , \quad \frac{T}{2} = \frac{1}{100}$$

$$i = KI_c[0.5 - (0.52 \cos \beta t + 0.59 \sin \beta t) e^{-\alpha t}]$$

$$v = RKI_c[0.5 + (0.16 \sin \beta t - 0.77 \cos \beta t) e^{-\alpha t}]$$

وفيها اشكال الموجات للشكل 7.28 .



تمرين 2 فترة التبديلات بين ذراعين لمغيربشكل قنطرة .

يظهر الشكل 7.29 الذراعين الموضوعين على التوالي تحت الجهد المستمر فم مغير بشكل قنطرة . فرض الثايرسترات Th_1 و Th_2 و Th_3 مغير بشكل المقاومة للملف بنقطة وسطية ذات فعاعلة كلية λ .

للمتسعتين C_1 و C_2 القيمة نفسها

أحسب فترة إنتقال الجهد $v_0 - v_N$ من قيمة الصفر الى ε

عندما یکون i موجباً .

- عندما يكون i سالباً

تبدأ هذه الانتقالات في الحظة 0 = 1 حين يستلم Th_1 نبضة القدح -4 نفرض ان التيار 1 ببقى ثابتاً خلال الفترات المدروسة

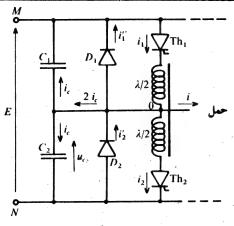
اجــوبة : –

أ) i موجب

 $u_{12} = 0, D_2$. t < 0 ais -

Th₁ D_2 or D_2 or D_2 D_2 D_2 D_2 D_2 D_2 D_2

 $t_1 = \frac{\lambda i}{2E}$ size D_2 size $i_2' = i - i_1 = i - \frac{2E}{\lambda}i$



الشكل 7.29.

ت الى
$$t_1 < t < t_2$$
 عند $t_1 < t < t_2$ عند t_2 عند t_2 عند $t_1 < t < t_2$ عند t_2 عند $t_1 < t < t_2$

$$u_{c_2} = E\left[1 - \cos\frac{(t - t_1)}{\sqrt{\lambda C}}\right], \quad t_2 - t_1 = \pi\sqrt{\lambda C}$$

ومنه زمن التبديل

$$t_c = \frac{\lambda i}{2 E} + \pi \sqrt{\lambda C}.$$

سال i سال

$$u_{c_2} = 0$$
, Th_2 , $t < 0$ size -

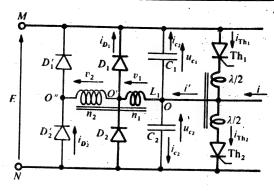
 Th_1 وحده ، $0 < t < t_c$ عند -

$$u_{e_2} = E\left(1 - \cos\frac{t}{\sqrt{\lambda C}}\right) - i\sqrt{\frac{\lambda}{C}}\sin\frac{t}{\sqrt{\lambda C}}$$

يعطى زمن التبديل t_c من خلال

$$tg\frac{I_c}{\sqrt{\lambda C}} = -\frac{E}{i}\sqrt{\frac{C}{\lambda}}$$

(انظر اشكال الموجات الشكل 7.13)



الشكل .30. 7

مثلث ذراعي القنطرة المؤلفة من $D_1 - {\rm Th}_1$ ، $D_2 - {\rm Th}_2$ والدوائســر المساعدة للتبديل ، في الشكل 7.30 .

للمتسعتين C_1 و C_2 السعة C_1 نفسها

نهمل الهبوط المباشر بالجهد للمقومات الموصلة ومقاومة الملفات

نفرض ان نصفي الملف ذومحاثة ٨ مقترنة بصورة تامة

(autotnansformer) تجري الفرضية نفسها على ملفي المحولة الذاتية (autotnansformer) المربوطة بين النقطتين O و O . نفرض بالاضافة لذلك ان المحاثة (للاسترجاع) المربوطة بين النقطتين O و O و المحدد المح

عند t=0 ، الثايرستر t=0 يمرر التيار t ، نقدح t=0 . بين الخطوات t=0 عند اللحظة t=0 على افتراض ان t=0 على افتراض ان t=0 قابت .

 i_{D_1} ، i_{c_2} و u_{c_2} ، v_{Th_1} و i_{Th_1} من i_{Th_1} من اشكال الموجات لـكل من $n_1/n_2 = 0.2$) . $i_{D_2'}$

اجوبسة

 $u_{c_1} = v_{\text{Th}_1} = E. \ u_{c_2} = 0 \ , \quad i_{\text{Th}_2} = i \ , \ i < 0 \ \text{seconds}$

. Th₂ يدخل Th_1 في حالة التوصيل وينطفيء الثايرستر Th_2

$$a+i$$
ینتقل من 0 الی $i_{{
m Th}_1}$ $i_{{
m C}_2}$. $i_{{
m C}_2}$. $i_{{
m C}_2}$. $i_{{
m C}_2}$. عند $i_{{
m C}_1}$ ، $i_{{
m C}_2}$. $i_{{
m C}_2}$. $i_{{
m C}_2}$.

$$\beta = 1/\sqrt{\lambda C} \qquad u_{c_2} = E - E \cos \beta t + \frac{i}{C\beta} \sin \beta t$$

$$u_{c_1} = E - u_{c_2}; i_{c_2} = C\left(\beta E \sin \beta t + \frac{i}{C} \cos \beta t\right); i_{Th_1} = 2 i_{c_2} - i.$$

عند D_1 في حالة التوصيل $J_{c_1} = 0, \ u_{c_2} = E \ , \ t = t_1$ عند D_1 9 Th يوصل كل من $t_1 < t < t_2$

 uc_1 , uc_2 بيطء شديد لان L_1 كبير جداً. نفرض ان الجهود i_{D1} بيزداد i_{Th1} والتيار i_{Th1} يتحركان تبعاً للعلاقات التي في $t < t_2$ نفسها .

$$v_1 = u_{c_1}; v_2 = u_{c_1} \frac{n_2}{n_1}; v_{D'_2} = -E - u_{c_1} \frac{n_2}{n_1}.$$

عند
$$D'_2$$
 عند D'_2 ، $t = t_2, u_{c_1} = -E \frac{n_1}{n_2}$ عند __

 v_1 التقطيع للثنائيات D_1 و D_1 و يفرض على الجهد v_2 القيمة D_1 وعلى D_1 و الله $i'=i_{\mathrm{Th}_1}+i$ يمر التيار $i'=i_{\mathrm{Th}_1}+i$ في الملف $i'=i_{\mathrm{Th}_1}+i$ في الملف من $i'=i_{\mathrm{Th}_1}+i_{\mathrm{Th}_1}+i$ في الملف من $i'=i_{\mathrm{Th}_1}+i_{\mathrm{Th$

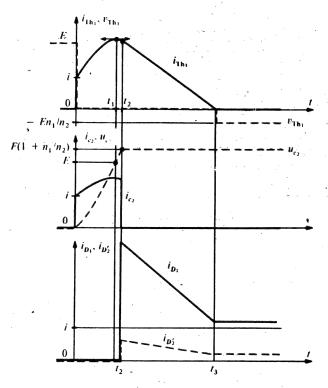
$$\begin{split} i_{\mathrm{Th}_1} &= (i_{\mathrm{Th}_1})_{t=t_2} - \frac{2}{\lambda} E \frac{n_1}{n_2} (t - t_2) ; \\ i_{D_1} &= (i + i_{\mathrm{Th}_1}) \left(1 + \frac{n_1}{n_2} \right) \qquad i_{D_2'} = \frac{n_1}{n_2} (i + i_{\mathrm{Th}_1}) . \end{split}$$

 $t = t_3$ size i_{Th_1} yizi

 D_2' o D_1 out D_2' or D_3 or D_4 or D_2' or D_3

$$i_{D_1} = i\left(1 + \frac{n_1}{n_2}\right); \qquad i_{D_2} = \frac{n_1}{n_2}i; \qquad v_{\mathrm{Th}_1} = u_{c_1} = -E\frac{n_1}{n_2};$$

ومنها اشكال الموجات للشكل7.31



الشكل . 7.31.

مسكيطرات السّرعة Speed Controllers

من الطبيعي وفي نهاية هذا الكتاب الاصرار على مسيطر السرعة للمحركات السكهربائية من ضمن جميع التطبيقات الممكنة لدوال الاساس لالكترونيات القدرة . الحقيقة مسيطرات السرعة تشكل مجالاً تطبيقاً مهماً بصورة خاصة ، وبالاضافة لذلك يسمح فحصها باعادة النظر بالامكانات المقدمة من دوال الاساس المختلفة .

تستعمل التجهيزات الكهربائية اكثر فاكثر الجرارات بسرعة متغيرة جزئياً هذا بسبب الاهتمام باعطاء السرعة المثالية لكل مرحلة لسياق ما . لكن خصوصاً هـــذا يسبب تقدم التألية (احلال آلة محل انسان) الذي يحتاج امكانية الحضاع سرعة كل من المحركات التي تعتني بالنقاط المختلفة للمجموعة نفسها

غالبا يؤمن الحصول على سرعة متغيرة بدءاً من شبكة ثلاثية الطوربتردد ثابت التي تشكل اعتيادياً مصدر الطاقة الكهربائي الضروري بواسطة مجموعة منظومات تقويم بثايرسترات – محركات التيار المستمر.

في حين تستعمل الآن اكثر فاكثر مسيطرات السرعة مع محركات التيار المتناوب الحثية (Synchronous motors) او المتزامنة ()

مسیطرات السرعة $_{ m I}$

يقدم محرك التيار المستمر بمجمع (Collector) جميع الخواص الضرورية للمنتج (armature) للتشغيل بسرعة متغيرة بشرط تنظيم السرعة بواسطة جهد التغذية للمنتج (armature) بعد مراجعة الخواص الاساسية لهذا المحرك ومميزاته عندما يغذى بجهد متغير سنرى

المنظومات المقومة (rectification systems) المخصصة للحصول على هذا البجهد .

Direct Current motor

1.I

يكون المحث (inductor) لمحرك تيار مستمر ثابتاً ، ويعطي اقطاب شمالية (North poles) ثابتة وبمسافات متساوية عندما يغذى بتيار مستمر للاثارة

يحوي الدوار (rotor) أو المنتج على ملف تكون به النقاط المتساوية البعد متصلة صفائح (brushs) الثابتة والضاغطة على المجمع اطراف المنتج ، نسلط جهد التغذية المستمر بين الفرش

يسمح المعدل الميكانيكي (mechanical commutator)، المؤلف مسن مجموعة فرش- مجمع ، بالحصول على مرور تيار مستمر في اتجاه موصلات المنتج الموضوعة على الأقطاب الشمالية للمحث وفي الاتجاه المعاكس في موصلات المنتج الموضوعة تحت الأقطاب الجنوبية ، أياً كانت سرعة الدوار وموضعه تضاف جميع القوى الكهرومغناطيسية (electromagnetic forces) المسلطة على هذه الموصلات بعضها لبعض

Torque) والسرعــة (Speed) إوالسرعــة (Speed) . 1.1. ا

اذا كان I_c هو التيار المغذى الى المنتج واذا وجد I_c مساراً (Path) على التوازي I_c فالتيار المار في الموصلات بقيمة $\frac{Ic}{2a}$ فالحث (induction) في الفجوة الهوائيسة (average tangential force) وتكون القوة المماسية المتوسطة (radial) وتكون القوة المماسية المتوسطة B_{av} مثل متوسط كثافة الفيض تحت لكل موصل بقيمة B_{av} أن B_{av} أن B_{av} أن على (effective length) للمنتج .

اذا كان عد موسلات المنتج n واذا كان للمنتج قطر بقيمة D فان قيمة العزم الكهرومفناطيسية (electromagnetic torque)

$$C = nB_{av} \cdot \frac{I_c}{2a} L \frac{D}{2}.$$

ا لتدفق (الفيض) الفعلي ϕ لكل من الأقطاب التي عددها $2\,p$ يساوي لحاصل فرب B_{av} فرب في المساحة السطية . (Surface area) للمنتج لكل قطب :

$$B_{av} = rac{2 p \Phi}{\pi D L}$$
 اذن $\Phi = B_{av} = rac{\pi D L}{2 p}$ بتعویض قیمة $B_{av} = B_{av} = R$ بتعویض قیمة $R_{av} = R$

$$C = \frac{1}{2\pi} \frac{p}{a} n \Phi I_c$$

يتناسب العزم لماكنة معينة مع فيض المحث Φ ومع التيار ،I الممتص من المنتج . اذا أريد عكس العزم يجب عكس الفيض Φ أو التيار ،I نستطيع الانتقال من العزم الى القدرة الكهرومغناطيسية \bullet

المساوية لحاصل ضرب التياز ،1 في القوة الدافعة الكهربائية العكسية E :

$$EI_c = C.2 \pi N = \frac{p}{a} nN\Phi I_c.$$

اذن

$$E = \frac{p}{a} nN\Phi$$
 , د ورة //ثانية

في هذه الحالة تكون القوة الدافعة العكسية مساوية لجهد التغذية U_c للمنتسج ناقصاً الهبوط بالجهد RI_c في مقاومة الاخير وهبوط الجهد e_B بسبب التماس للفرش بالمجمع .

$$E = \frac{p}{a} nN\Phi = U_c - (RI_c + e_B).$$

ومنها تعبيرالسرعة

$$N = \frac{U_c - (RI_c + v_B)}{\frac{p}{a}n\Phi}$$

يكون الهبوط بالجهد RI_c+e_B قليلاً مقابل ، U_c ، نرى السرعة تتناسب مع جهد التغذية وتتناسب عكسياً مع الفيض . لغرض عكس السرعة . يجب عكس الجهد أو الفيض .

متغير U_c متغير عنديسة تحست جهدد. 2. آ. ا

 U_c نبين العلاقات $C=K\Phi I_c$ و $N\simeq K'U_c/\Phi$ و $C=K\Phi I_c$ التأثير في الجهد على طراف المنتج لغرض تغيير السرعة .

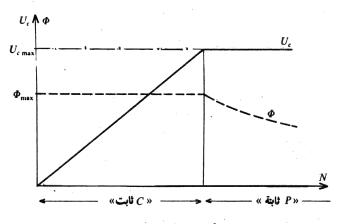
 ϕ نستطيع وعندما نغذي المحرك بجهد، U_c ثابت زيادة السرعة بتقليل الفيض ولكن كلما قل ϕ قل العزم الذي تستطيع الماكنة اظهاره لتيار D_c معين

على المكس ، نستطيع - بالحفاظ على قيمة ثابتة للفيض – انتاج العزم نفسه بجميع السرع وأيضاً استعمال أفضل الامكانات لتيار المنتج والمحث . ولكن تغيير الجهد U_c يكون بالتأكيد اصعب من تغيير تيار المحث . يجب التأثير في الدائرة الرئيسة للمنتج وليس على الدائرة المساعدة للمحث .

Noload Speed Characteristic. .1. مميزات سرعة اللاحمل .1. 2. 1.1

في حالة اللاحمل ، يكون التيار الممتص من المنتج قليلا ويكون الهبوط بالجهد و حالة اللاحمل ، يكون النيار الممتص من المنتج متناسبة مع الجهد (الشكل $RI_c + e_B$) . 8.1

ر constant torque تسمى هذه المنطقة بفيض ϕ ثابت (منطقة العزم الثابت zone) كان نفس التياريسمح للمنتج بأظهار العزم نفسه بجميع السرع .



الشكل . 8 .1 .

بمجرد الوصول للقيمة القصوى للجهد التي يمكن ان يعطيها المصدر المغذي للمنتج واذا اردنا زيادة السرعة N ، يجب تقليل فيض المحث . في هذه الحالة نشتغل في المنطقة المسماة (بمنطقة القدرة الثابتة (Constant power zone) لأن القدرة التي يمكن ان يظهرها المحرك بتيار I_c معين تكون تقريباً مساوية لقيمة اذن ثابتة .

يكون التشغيل في هذه المنطقة خاصاً فعندما تزداد السرعة ، يقل العزم الذي يمكن ان يطلب من المحرك .

مميزات الحمل بفيض ه ثابت لحمل الحمل الحمل Load characteristic with constant flux

• لكل قيمة جهد U_c وعندما يزداد التيار I_c الممتص من المحرك ، تقل سرعته قليلاً لان

$$N = \frac{U_c - (RI_c + e_B)}{\frac{p}{a}n\Phi}$$

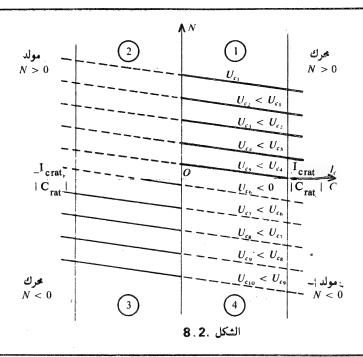
نستطيع بالثاثير في U_c (منحنيات الربع الأول للشكل 0.8) تغيير السرعة بالحفاظ على امكانية اظهار العزم الاسمي (rated torque). أيا كانت قيمة السرعة N ، بدون اجتياز التيار الأسمي (rated current)

لا يظهر الاقلاع $_{\rm starting}$ اية مشكلة لأنه يتم بزيادة تدريجية للجهد $_{\rm shaft}$ لجهد $_{\rm shaft}$ بقيمة معينة وادا انعكس العزم على عمود الادارة $_{\rm shaft}$ يشتغل الداينمو (Dynamo) كمولد والتيار $_{\rm shaft}$ ينعكس والماكنة تشتغل بالكبح مع الاسترجاع . نستطيع تعديل سرعة الكبح وذلك بتعديل الجهد $_{\rm shaft}$ (منحنيات الربع الثاني الشكل $_{\rm shaft}$ $_$

تستطيع الماكنة وبدون اجتياز التيار الاسمي $I_{\rm crat}$ من اظهار عزم الكبح المساوي الى جميع السرع .

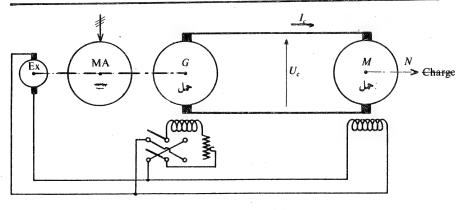
. اذا عكسنا الجهد U_c على اطراف المنتج نعكس اتجاه الدوران

نستطيع ، كما في حالة كون ، U_c موجبه ، تشغيل الماكنة كمحرك (الربع الثالث نستطيع ، كما في حالة كون ، U_c ، U_c



Variable Direct Current متغير متغير متغير .3.1. I

لغرض الحصول على الجهد U_c المتغير الضروري لتغيير سرعة محرك ، استعملت ولفترة طويلة ماكنة تيار مستمر أخرى ، وكانت منظومة (Word-Leonard) (الشكل 8.3



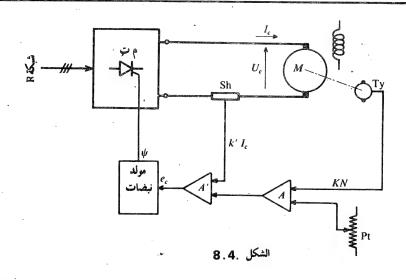
الشكل .3.8

محرك ، اعتياديه حني ، مغذى من شبكة صناعية ثلاثية الطوريجر (يدور) مولد G الذي يقطع مباشرة على محرك . تجهز اثارة الماكنتين من مولد مساعد صغير G

بالتاثير على اثارة المولذ G نعدل الجهد U_c اذن السرعة Nللمحرك . وبعكس الاثارة تغكس ومن هنا نعكس السرعة U_c . U_c

من المفيد الآن ، استعمال منظومة تقويم بثايرسترات التي تغذي بدءاً من شبكة ثلاثية الطور الجهد المقوم المتوسط U_c بالقيمة المتغيرة المطلوبة . اعتيادياً تجهز منظومة تقويم بثنائيات صغيرة مساعدة التيار المستمر للاثارة .

يعطي الشكل 8.4 مخطط الاساس لمسيطر السرعة وللتحكم به . منظومة التقويم (م. ت) تغذي المنتج للمحرك سقارن السرعة المقاسة الملمحرك بواسطة مسراع Ty (Tachogenerator) مع سرعة المرجع Ty (Tachogenerator) مقياس فرق الجهد Pt potentiomètre . يضخم الفرق بواسطة المضخم قبل ارساله باتجاه مولد النبضات . نضيف لحلقة السرعة المغلقة (Speed Closed Loop) ومقاومة التوازي تعطي جهداً متناسباً مع التيار مسلطاً على الدخول للمضخم المناسبة مع التيار المضخم المناسبة على الدخول للمضخم المناسبة المناسبة مناسبة المناسبة المناسب



اولوية التاثير لحلقة التيار المغلقة لكي لايستطيع التيار ، ان يتجاوز القيمة القصوى المشتة .

الازاحة ψ لنبضات القدح للثايرسترات هي دالةلجهد التحكم e_i المجهز مـــن A'

للمنظومات بثایرسترات فقط $U_c=U_{c\,\max}\cos\psi$, $U_c=U_{c\,\max}\frac{1+\cos\psi}{2}\,,$ نحقق علاقة بين e_c بصورة

 $\psi = \arccos(-Ke_c)$.

2.1. مسيطرات لسرعة غير القابلة للانعكاس

حين يجب ان لايدور محرك التيار المستمر الا في اتجاه واحد وان الجرار لايحتاج لكبح سريع نستعمل مسيطر سرعة غير قابل للانعكاس يسمح بتشغيل الماكنة كمحرك في الربع الاول (شكل 8.2)

سنراجع بصورة مختصرة تعليمات اختيار المنظومات المقومة المشروحة في الفصل الرابع الفقرة 2.2. IV. وتطبيقها على حالة مسيطرات السرعة

1.2.I. منظومات مغذاة من شبكة احادية الطور

تغذي فقط مسيطرات السرعة للقدرة الواطئة اعتيادياً حتى 10 كيلووات من شبكة احادية الطور (لكن هناك اهمية خاصة للجر الكهربائي (electrical traction) مع تغذيسة بالتيار المتناوب للسلك الكهربائي)

نستعمل غالباً المنظومات بشكل قنطرة (منظومةPD2) التي لها فائدة عدم الحاجة لمحولة .

يوجد احتمالان: -

- قنطرة كاملة باربعة ثايرسترات (الشكل 8.5)
- قنطرة مختلطة بثا يرسترين وبثنائيين (الشكل 8.5 ب)

لاتثير القنطرة بثايرسترات مشكلة لتغيير الجهد U_c من القيمة القصوى للصفر لانها تقدم امكانية العكس للجهد المقوم على العكس من ذلك يجب زيادة زاويسة U_c

التاخير للقدح ψ من الصفر الى π لتغيير جهود الخروج من $U_{c\,\max}$ الى الصفر لمنظوم.... مختلطة . ثم بينا الحاجة لزاوية حماية ومشكلة التبديل بزاوية ψ ذات قيمة عالية . وهذا يوضح الاضافة لثنائي الاطلاق U_c الذي يسهل التبديل بالقيم الواطئة للجهد U_c اذن بالقيم الواطئة للسرعة .

نتبنى فقط في الحالة حيث يجب توقع التشغيل بسرعة واطئة وبحمل قليل ، المنظومة المختلطة التي تعطي تموجاً اقل للجهد المقوم وتعطي معامل قدرة للخط افضل اذن امتصاص اقل للقدرة المتفاعلة .

- منظومات للقدرة الواطئة او للقدرة المتوسطة مغداة من شبكة ثلاثية الطور $\frac{1}{2}$ هنا ايضاً نستعمل اعتيادياً المنظومات بشكل قنطرة (منظومات PD3 او S3) لتجنب استعمال المحولة . نجد من جديد الاحتمالين :
 - قنطرة كاملة بستة ثايرسترات (الشكل 8.5 ج)
 - قنطرة مختلطة بثلاثة ثايرسترات وبثلاثة ثنائيات (الشكل 8.5 د)

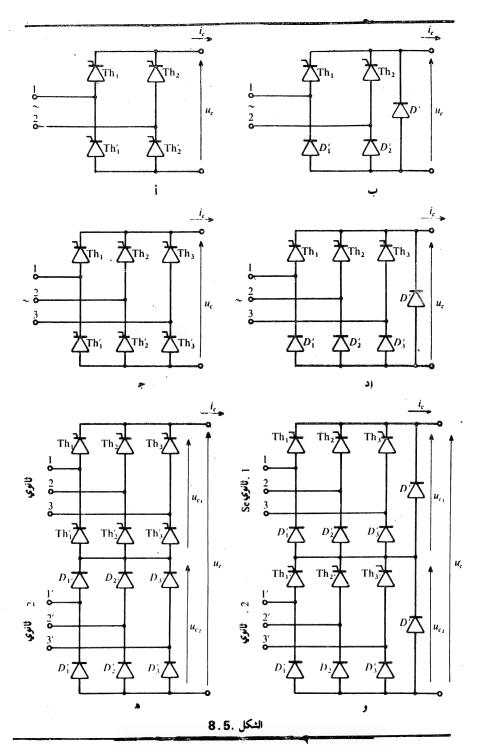
تكون المنظومة المختلطة اكثر اقتصاداً من الاخرى حاصة عندما تصبح القدرة عالية ذلك لانها تحتاج نصف عدد الثايرسترات. بالاضافة لذلك تتلف اقل معاملل القدرة عندما يقل الجهد المقوم. ولكنها تظهرسيئة عدم امكانية اعطاء قيم واطئة جدداً لهذا الجهد وذلك لاعطاءها جهداً مقوماً بدرجة 3 وليس بدرجة 6مما يلزم غالباً وضع محاثة على التوالي مع المنتج التي تاخذ من الشبكة الثلاثية الطور تيارات تحوي توافقات 2 و 4.

لهذا السبب الذات نستعمل غالبا القنطرة بستة ثايرسترات

3.2. I. منظومات للقدرة العالية مغذاة من شبكة ثلاثية الطور

تغذي اجهزة القدرة العالية اعتيادياً بواسطة شبكة ثلاثية الطور تحت جهد اذ من الضروري استعمال محولة خافضة للجهد . بالاضافة لذلك يجب تقليل تموج الجهد المقوم المسلط على المحرك والمحافظة على عدم سحب قدرة متفاعلة عالية من الشبكة او سحب تيار له نسبة عالية جداً للتوافقات عرضنا حلين : —

- المنظومة (رافع الجهد خافض الجهد) (الشكل 8.5 هـ)
 - المنظومة (قنطرة مختلطة مزدوجة) (الشكل 8.5 و)



تستعمل المنظومتان محولة تجهز ثانويان لهما انظمة ثلاثية الطور بجهو دمتساوية ولكن مزاحة بزاوية $\pi/6$. في المنظومة الأولى نضيف للجهد المقوم الثابت $U_{c\,max}/2$ الناتج من القنطرة بثنائيات الجهد المتغير بين $U_{c\,max}/2$ و $U_{c\,max}/2$. الناتج من القنطرة بثنائيات الجهد المتغير بين جهدين مقومين ذات قيمة متوسطة يمكن تغيرها بين $U_{c\,max}/2$ الى الصفر.

3.1 . مسيطرات السرعة القابلة للانعكاس

1.3.1. ملاحظات تمهيدية

• نفهم جراريسمح بتغيرسريع لاتجاه الدوران من خلال مسيطرسرعة قابل للانعكاس

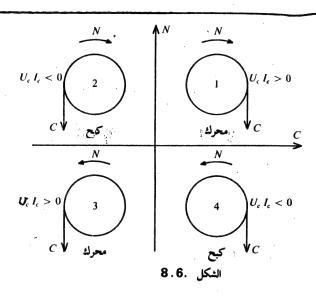
اذا كانت سرعة التغيير هذه غير ضرورية نستطيع استعمال مسيطر سرعة بسيط غيــر قابل للانعكاس.من اجل الكبح تقطع الماكنة التي تشتغل كمولد على مقاومة . في التوقف نعكس وبواسطة قاطع تيار ميكانيكي اتجاه تسليط الجهد المقوم على المنتج .

اذا السحب الواجب تأمينه لايستلزم الا اتجاه واحد للدوران بل يحتاج كبحا سريعاً يجب انجاز كبح كهربائي (electrical Braking) بواسطة ارسال الطاقة الى الشبكة اتجاها واحدا للدوران يحتاج اتجاها واحدا للجهد ولكن اتجاهين للعزم يحتاجان عكس اتجاه التيار / . في الحالة هذه يخرج التيار المستمر دوما من منظومة التقويم من خلال النقطة لمحل الاتصال للمهابط يجب ولغرض الكبح السريع اللجوء الى احد المخططات لمسيطرات السرعة القابلة للانعكاس .

يوضح الشكل 6.8 الارباع الاربعة التي بها يجب ان يستطيع مسيطر السرعة القابل للانعكاس تأمين التشغيل

- الربع الأول ، تشغيل كمخرك في الاتجاه المباشر $U_c I_c > 0$, N > 0
- الربع الثاني ، تشغيل بالاسترجاع في الاتجاه المباشر
- $U_{\rm c}I_{\rm c}<0$, N>0
 - الربع الثالث ، تشغيل كمحرك في الاتجاه العكسى
- $U_{\rm c}I_{\rm c}>0$, N<0
 - الربع الرابع . تشغيل بالاسترجاع في الاتجاه العكسي

يؤدي سياق دورة العمل بالانتقال من ربع لاخر في الترتيب لترقيمهم . اقلاع في الاتجاه المباشر (الربع الاول) ، كبح بعد مرحلة عمل كمحرك في الاتجاه المباشر (انتقال من الربع الاول الى الربع الثاني) ، انتقال من الربع الثاني الى الربع الثالث عندما تتصفر السرعة ، وبعد مرحلة تشغيل في الاتجاه العكسي انتقال الى الربع الرابع لغرض توقيف الماكنة ، ثم الى الربع الاول للدورة التالية ، الخ ...



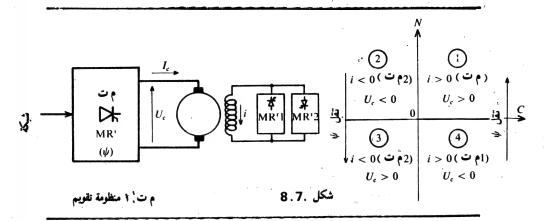
- ثلاث منظومات ممكنة
- منظومة عكس تيار المحث
- _ منظومة عكس تيار المنتج
- منظومة قابلة للانعكاس رأسا لقدمين.

 U_c تستعمل هذه المنظومات على الاكثر منظومة بثايرسترات تسمح عكس الجهد وتختلف هذه المنظومات من خلال انجاز الانتقالات بين الارباع 1 و 2 او بين الارباع 3 و 4 فان سرعة الانتقال هي التي تسمح بتصنيفها .

2.3.1. منظومة عكس تيار المحث

يغدى المنتج من خلال منظومة تقويم واحدة بثايرسترات (في اغلب الاحيان قنطرة باربعة ثايرسترات الطور) ينجز عكس العزم بواسطة تيار المحث .

نؤمن باتجاه واحد للفيض . التشغيل في الارباع 1 و 4 وبالاتجاه الاخر في الارباع 2 و 3 (الشكل 8.7). يجب ان يتم عكس تيار الاثارة بتيار منتج 1_c بقيمة صفر يتمانجازه اعتياديا بواسطة منظومتي تقويم صغيرتين مربوطتين رأسا لقدمين 2 (back – to) تغذيان المحث في اتجاه او في الاتجاه الاخر .



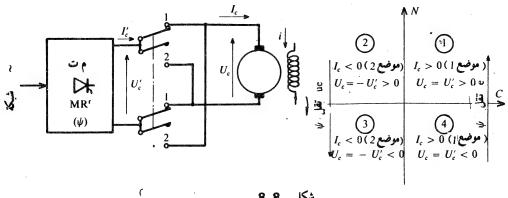
 $(Dead\ time)$ لايستعمل هذا الحل البسيط والاقتصادي الاعندما نقبل بزمن ميت (0.5) للانعكاس بعزم مرتفع (0.5) ثانية الى عدة ثواني (0.5) لان عكس التيار (0.5) للمحث سريعا جدا وذلك بسبب ثابت الزمن (0.5) time constant

3.3.1. منظومة عكس تيار المنتج

يغذى المنتج ايضا من خلال المنظومة نفسها بثايرسترات ، ويتم الحصول على عكس العزم من خلال عكس التيار I_c وذلك بمساعدة زرالتماس ثنائي القطب (bipolair لعزم من خلال عكس التيار I_c).

يطابق الوضع 1 لزر التماس لتيار I_c مساويا الى I_c اذن موجب ولتشغيل في الربع الاول والربع الرابع . ويعطي الوضع 2 تيار I_c مساويا I_c ويؤمن التشغيل في الربع الثاني والربع الثالث .

يجب ان لايتم عكس زر التماس الابتيار صفر . الزمن الميت لعكس العزم يطابق زمن الكشف عن التيار الصفري ويزيد زمن الاستجابة للنظام الميكانيكي ويتغيربين 0,1 و0,3 ثانية .



شكل .8.8

تؤمن هذه الطريقة عكسا للعزم اسرع من تلك بزيادة فبض المحث ولكن تستعمل اجهزة ميكانيكية وتكون اقل ضعفا وتحتاج لصيانة اكثر خصوصا اذا كانت ايقاعات) العمل سريعة . cadences

4.3.1 منظومة قابلة للانعكاس « رأسا لقدمين »

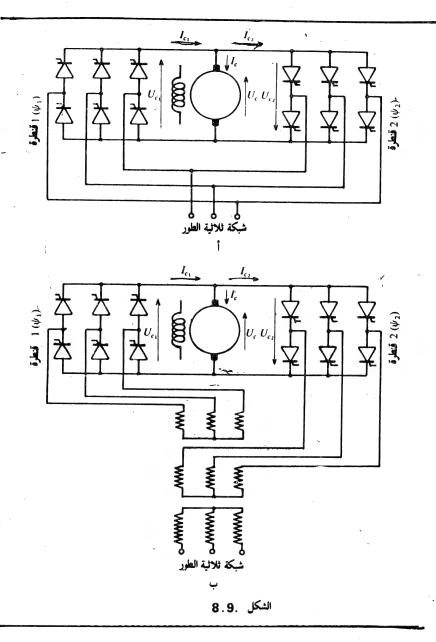
من اجل تامين انعكاسات سريعة جدا (5 الى 20 ملي ثانية) مع جهاز ساكــن بصورة كاملة يجب استعمال منظومتين مقومتين اساسيتين بثايرسترات . تربط المنظومتان رأسا لقدمين على اطراف المنتج .

نستعمل منظومة التوازي العكسي (الشكل 9.81) مع تغذية القنطرتين بستـة ثايرسترات بواسطة نفس الاطراف (شبكة او ثانوي لمحولة). كما نستطيع اللجوء السي منظومة الصليب التي تنجز التغذية للقنطرتين بواسطة الثانويين للمحولة نفسهما (الشكل 8.9 ب)

تؤمن القنطرة 1 التشغيل في الارباع 1 و 4 وتؤمن القنطرة 2 التشغيل في الارباع 2 و 3 (الشكل 8.10).

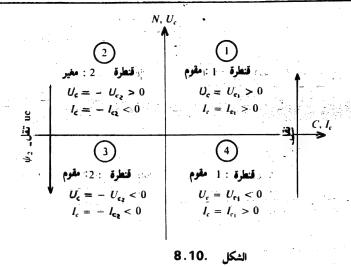
نستطيع تبعا لحالة التشغيل لمقومات القنطرتين تمييز مسيطرات السرعة

- مع تیار دوار circwation Current
 - بدون تيار دوار



.1.4.3.1 منظومة مع تيار دوار: -

توجه لهذا التقنية لبدء التنفيد لمنظومة قابلة للانعكاس (رأساً لقدمين) بصورة مستمرة المقومات بطريقة بحيث تعطي دوماً على اطراف المحرك جهوداً مقومة بمتوسط يساوي .



$$U_{c_1} = -U_{c_2}, \qquad \psi_1 = \pi - \psi_2$$

من وجة نظرزمن العكس للعزم ، هذه المنظومة هي الافضل لانها لانظهرزمناميتا . تكون الجهود U_{c_1} و U_{c_2} متساوية عندما يصبح التيار U_{c_3} من سالب والماكنة والماكنة بدلاً من ان تستلم تيارها من القنطرة U_{c_3} والمكس

لكن لاتكون القيم الانية للجهدين المقومين u_{c_1} و u_{c_2} – المسلطين على المحرك متساوية . ويكون الفرق بينهما $u_{c_1} + u_{c_2}$ متناوباً وبتردد مساو لستة اضعاف ذلك لشبكة التغذية . يؤدي هذا الفرق الى دوران تيارمارا من خلال اضلاع القناطروالاطوار لشكة التغذية .

رسمنا على الشكل $\psi_2=120^\circ$ وعند $\psi_1=60^\circ$ اشكال $u_{c_1}+u_{c_2}$ وعند $u_{c_1}+u_{c_2}$ اشكال الموجات للجهود $u_{c_1}+u_{c_2}$ وعند $u_{c_1}+u_{c_2}$

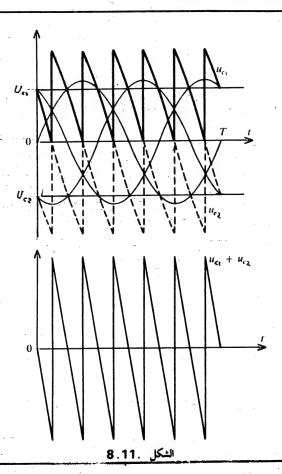
نرى أن لقيم معينة للزوايا ψ_1 و ψ_2 يستطيع الجهد المتناوب $u_{c_1}+u_{c_2}$ ان يحصل على سعة عالية .

من أجل تحديد التيار الدواريجب وضع محاثات في الحلقة المغلقة للتيار المستمر. يكون هذا التحديد أكثر سهولة في منظومة الصليب من منظومة التوازي العكسي

نفضل بصورة عامة من أجل تجنب اضافة محاثات طرق التحكم التي تؤدي الى زمن ميت قليل جداً ولكن تلغي التيار الدوار.

يمكن استعمال طريقتين : -

- منظومة بمنطق التأرجح ان تغذية المحرك لا تحتاج الالتوصيل قنطرة واحدة في كل مرة ، لذلك تطفىء القنطرة التي لا تستخدم بعدم ارسال النبضات على بوايات ثايرستراتها ← لايمكن ان يجرى الاطفاء لقنطرة الاعندما يكون تيارها بقيمة الصفر ومن أجل هذا يحدد منطق بسيط وبدلالة تيار المرجع القنطرة الواجب اطفاؤها وتلك الواجب قدحها عندما يتصفر التيار ، وينتج منه زمن حيث يمكن تقليلة بساطة الى عدة ملي ثانية -



منظومة بحزمة ميتة. تستلم الثايرسترات للقنطرتين وبصورة مستمرة اشاراتها القادحة ولكن تلفي التيازات الدوارة بجعل ، الفرق يكفي من أجل هذا التحكم بمقومات المجهزين من القنطرتين ، وحيد الاتجاه . يكفي من أجل هذا التحكم بمقومات أحدى القنطرتين عندما تكون الاخرى موصلة بزاوية تأخير ψ مساوية لقيمة π عندما توصل القنطرة 1 ، نأخذ $\pi=2\psi$ ، لا يستطيع اي مقوم للقنطرة 2 ان يوصل لان U_{c_2} ساباً . لان U_{c_3} ساباً . يكون دوما أكبر أو مساوياً الى U_{c_3} ويجب ان يكون التيار U_{c_3} ساباً . كذلك عندما يستلم المحرك تيار من القنطرة 2 ، نأخذ U_{c_3} مساوية لقيمة U_{c_4} بطابق الزمن الميت النقصان السريع للزاوية U_{c_4} الضروري لجذب زاوية التأخير للقنطرة U_{c_5} الساكنة U_{c_5} من U_{c_5} القيمة التي تسمح لها بتغذية الماكنة عندما يتصفر التيار U_{c_5}

مسيطرات السرعة للمحركات الحثية

Induction Motors Speed Controllers

تبقى مسيطرات السرعة لمحركات النيار المستمر التي يكون أداؤها performances ممتاز وائتي استفادت من الخبرة الطويلة ، هي الاكثر استعالاً . الا ان المجمع collector يعيق ماكنة التيار المستمر في بعض مجالات التطبيق :

- سرعة عالية جداً (أكثرمن 000 و دورة / دقيقة).
 - جهود تغذیة عالیة (أكثرمن 500 ا فولت).
 - قدرات عالية جداً (أكثرمن 10 ميغاوات).

يحتاج المجمع الى صيانة متواصلة ويمنع الاستعمال في الاجواء سريعة التأثير . نتوجة في هذه الحالة نعو محركات التيار المتناوب بدون مجمع متزامنة أو حيثه ولكن بمساواة الاداء تحتاج الجرارات ذات السرعة المتغيرة المستعملة لهذه المحركات لالكترونيات القدرة أكثر صعوبة وتكون التكلفة الكلية للاجهزة عالية . وكذلك لانختارها الا اذا لم نحتج لجميع الامكانات لمغيرات السرعة لمحرك التيار المستمر أو اذا كانت محركات التيار المستمر لاتستطيع ان تستجيب للشروط المفروضة

من الضروري مراجعة الخصائص الاساسية للمحرك الحثي قبل فحص الطرق التي تسمح بتغيير السرعة لهذا المحرك .

ا ا . 1 . المحرك الحثي الثلاثي الطور

3 - Phase Induction Motor

1.1.11 مميزات بجهد وتردد اعتياديين

يتكون المحرك الحثي من جزء ثابت(stator) يحوي على ملف ثلاثي الطور بعدد rotor) ومن جزء دوار f (fréquence) ومن جزء دوار المجهز للجهود بترد والمحدد الاطوار من نفس عدد الاقطاب والذي به توضع الملفات بشكل دائرة قصيرة بعضها على بعض

1.1.1.11 مبدأ الانزلاق

 N_s تولد تيارات الثابت فيضاً دواراً بسرعة تزامنية

$$N_s = \frac{f}{p} (\text{tr/s})$$
 دورة / ثانية

يولد هذا الفيض – المشتبك لملفات الدوار – بها قوى دافعة كهربائية وتيارات لاز الدوار يكون مقصوراً . التاثير للفيض على هذه التيارات التي ولدها يولد العزم .

يؤدي هذا العزم الى تدوير الدوار بالاتجاه نفسه للفيض الدوار. لاتستطيع السرعة ان تصل للسرعة المتزامنة (synchrone speed) لانه اذا دارت ملفات الدوار بالسرعة نفسها كالفيض الدوار فالفيض الذي يعبرها سيكون ثابتاً ، وفي هذه الحالة لايوجد لا ق . د . ك ولاتيارات مولدة ولاعزم .

للسرعة 1/1 القيمة

 $N = N_s(1-g)$.

وتسمى النسبة

$$g = \frac{N_s - N}{N_s}$$

بالانزلاق.

2.1.1.11 تردد الدِوار . استقرار الفيض الدوار

تكون سرعة اشتباك الدوار بالفيض الدوار

 $N_s - N = gN_s.$

وفي هذه الحالة الفيض المشتبك للثابت بسرعة N يولد به قوى دافعة كهربائية بت دد f والتي توازن الجهود المغذاة من المصدر. يكون تردد القوة الدافعة الكهربائية للدوار ولتياراته هو

$$f_R = gf$$

تولد تيارات الدوار فيضاً دواراً تكون به السرعة نسبة للدوار.

$$\frac{f_R}{p} = \frac{gf}{p}$$

اذن تكون نسبة للثابت

$$N + \frac{gf}{p} = \frac{f}{p}(1 - g) + \frac{gf}{p} = \frac{f}{p} = N_s.$$

يدور الفيض بسبب تيارات الثابت وبسبب الدوار بالسرعة نفسها .اياً كانت قيمة الانزلاق و ، وتتراكب لاعطاء الفيض الدوار الحقيقي للفجوة الهوائية air gap

يطابق هذا الفيض اذا اهملنا الهبوط بالجهد بسبب المقاومات وبسبب مفاعلات التسرب Leakage inductances للثابت ولتغذية تحت جهد وتردد ثابتين فيضأ ثابتاً . حقاً ان هذا الفيض المشتبك كملفات الثابت نفسها بالسرعة نفسها يولد بهاقوى دافعة كهربائية عكسية توازن جهود التغذية اياً كانت الحالة للمحرك .

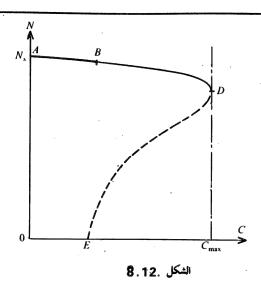
3.1.1.11 عزم كهرومغناطيسي

يتغير العزم ﴿ ، المؤثر بين الثابت والدوار للمحرك الحثي الثلاثي الطور . بدلالة السرعة تبعاً للميزة في الشكل 8.12

یکون \mathbf{C} بقیمة صفر عند g=0 او g=0 بیدمایزد ادالانز لاق یکون \mathbf{C} بقیمة صفر عند g=0 باید ادالانز الاق g=0

starting torque ختى عزم الاقلاع قيمة ثم يقل حتى عزم الاقلاع N=0 واو N=0

من المميزة الكاملة ABDE ، يكون الجزء AD اعتيادياً دون غيره مستقراً (stable) (stable) (stable) مستقراً



على الجزء AB المحصور بين التشغيل في اللاحمل والتشغيل الاعتياد; (C=0) المطابق لانزلاق بعدة اجزاء من المائة .

المستقر في الاقلاع ، ترسم نقطة التشغيل (operation point) بسرعة الجزء غير في الاقلاع ، ترسم نقطة التشغيل (operation point) بسرعة الجزء غير ED (unstable zone) المنطقة التسي بها عزم المحرك يساوي العزم المقاومي (resistance torque)

في حالة الحمل الزائد(over load) تنتقل النقطة على AD ، واذا اجتزنا العزم الاقصى في حالة الحمل الزائد(maximum torque) يرسم المحرك بسرعة الجزء DE لغرض التوقف .

cage لنغير ، اذا زدنا قيمة مقاومة الطور ${
m r_2}$ للدّوار استعمال قفص

بمقاومة اعلى أووضع مقاومة اضافية في حالة المحرك بدوار ملفوف (wounded rotor) العزم الاقصى ولكن يتم الحصول على القيمة القصوى لهذا العزم عند قيمة اعلى للانزلاق ويزداد عزم الاقلاع .

Power Losses مفاقید .4.1.1.11

(magnetizing Current) لانزلاق بقيمة صفر، يمتص المحرك التيار المغنط

السمي التيار السحوب من الشبكة بالتتابع مع زيادة الانزلاق السموب من الشبكة بالتتابع مع زيادة الانزلاق

 $P=\sqrt{3}\ Ul\cos \varphi$ تكون القدرة الفعلية المستهلكة من المحرك بقيمة (Joule Losses) يتحول جزء منها الى مفاقيد جول (Hysteresis losses) ومفاقيد بسبب التخلقية (Eddy-Current Losses) في حديد الثابت . ويعبر الجزء الرئيس P الفجوة الموائية المعرفة الموائية .

 $P' \approx P - p_{\perp} - P_{\text{iron.s}}$

تكون هذه القدرة P' مساوية لحاصل ضرب العزم \times سوعة الدوران المتزامنة $P = C 2\pi N_S$.

في حين ان القدرة الميكانيكية mechanical power الناتجة هي حاصل ضرب العزم × سرعة الدوران الحقيقية .

 $P_{\rm mea} = C 2 \pi N .$

يتبعثر في المحركات ذات القفص السنجابي squirrel cage motors الجزء الباقي من هذه القدرة ، وليكن gP' في المفاقيد في حديد الدوار (تهمل هذه المفاقيد في الانزلاقات الاعتيادية لان $f_R = gf$) وفي مفاقيد جول في موصلات الدوار .

 $p_{J_R} \simeq gP'$

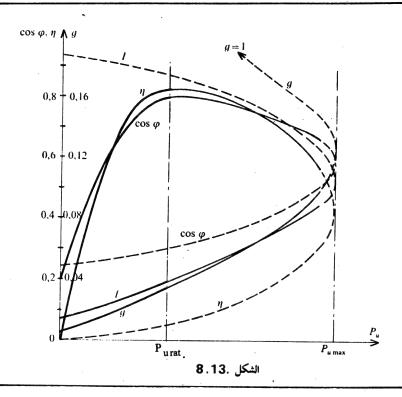
(slip ringsmotor) تنقسم في المحركات بدوار ملفوف وذات الحلقات المنزلقة والمحركات بدوار ملفوف وذات الحلقات المنزلقة والمحروب معنوم المتعبرة للاقلاع بين الحلقات gP' بين موصلات الدوار والمقاومة المتعبرة (gP' rhéostat) .

ولكن هذه المحركات تسمح بأسترجاع الجزء الاساسي للقدرة بين الحلقات 'P' لغرض استعمالها تحت شكل كهربائي او بعد تحويلها الى قدرة ميكانيكييسية . ننتقل من القدرة الميكانيكية الى القدرة المفيدة بأخراج المفاقيد الميكانيكية .

 $P_u = P_{\text{mec}} - P_{\text{mee}}$

principle characteustics - رسمنا في الشكل 8.13 هيأة المميزات الاساسية P_{μ} الفعلية بدلالة القدرة الفعلية المحرك بدوائر مقصور . تعطي بدلالة القدرة الفعلية المحرك بدوائر مقصور .

- التيار الممتص ١ .
- _ معامل القدرة cos p
 - الانزلاق 9.
 - الكفاءة ١١ -



استعملنا كما في الشكل 12 8 الخطوط المتواصلة الغليضة للمنطقة الاعتيادية للتشغيل والخطوط المتواصلة النحيفة لبقية الجزءالمستقر للميزة الميكانيكية والخطوط المتقطعة للمنطقة المحصورة بين العزم الاقصى والنقطة بسرعة صفسسر

2.1. 11. كيفية تغيير سرعة الدورات: -

تعرض هذه المراجعة المختصرة لخصائص المحرك الحثي بعض المبادى والتي يمكن استعمالها لغرضي تغيير السرعة . وبما ان حرم N=(1-g) f/p تستطيع تعديل السرعة N أما بزيادة الانزلاق g أوبتغيير تردد التغذية f

- لغرض زيادة الانزلاق لمحرك مغذى بتردد ثابت . .
- لاتستطيع الابتقليل جهد التغذية اذاكان الدواربقفص سنجابي .
- تستطيع زيادة مقاومة الطور r_2 بمساعدة مقاومة متغيرة . اذ كان المحرك بدوار ذي حلقات منزلقة.

- حينئذ تستطيع اقتطاع جزء من القدرة بين الحلقات.
 - لغرض تغييرالتردد ﴿ لَ نَسْتُطِيعٍ :
- أما بتركيب الجهود المسلطة على المحرك وذلك بأخذ الاجزاء الملائمة المختارة لجهود الشبكة .
- أو بالانتقال بواسطة وسط للتيار المستمر ، أي استعمال منظومة تقويم مألوفة لمغير مستقل

سنتفحص على التوالي هذه الطرق المخمسة ومجالاتها للتطبيق

11 2. تغيير جهد التغذية

-: مبدأ - مساوىء : -

تشمل الطريقة الاكثر بساطة لتغيير سرعة المحرك الحثي ، على تغذية الماكنة بتردد ثابت ولكن تغيير الجهد على اطرافها لعزم مقاومي معين فكلما كان الجهد واطنأ كان الانزلاق مرتقعاً وتكون اذن السرعة واطئة .

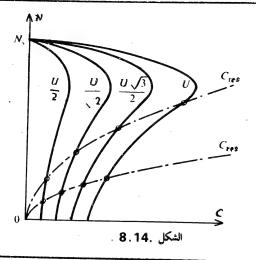
تبرز هذه الطريقة المستعملة في المحرك السنجابي ، ثلاثة مساوىء جسمية تنجم من خصائص المحرك الحثي

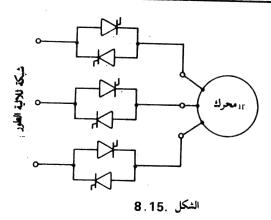
- تنظيم السرعة ليس حقيقياً (انظر ، مثلاً ، الشكل 8.2) لاننا لانستطيع تغيير سرعة اللاحمل المفروضة من خلال التردد .
- يتناسب العزم ، ولانزلاق معين ، مع مربع الجهد . تطبق هذه التناسبية بصورة خاصة للعزم الاقصى . وبتقليل الجهد نقلل الامكانات للمحرك .
- تتناسب مفاقيد جول مع الانزلاق يطابق التشغيل بانزلاق عالي لقيمة واطئة جدأ للكفاءة

يعرض الشكل 14 |V| للتحسي N(C) معدى تحت جهده الاعتبادي U . تستم تحت جهود منخفضة

2.2.11 تنفيد تطبيقات

نضع لغرض تنظيم السرعة . عندما نستعمل هذا المبدء . بين الشبكة والمحرك منظم لفولتية التيار المتناوب لكل من الاطوار (الشكل 8.15) . نغير السرعة بالتاثير فيسمى زاوية انتقال التيارات خلال كلنصف موجة .





يحدد المبدأ المستعمل بنفسه مجال الاستعمال لهذه الطريقة . نقلل الجهد لغرض تقليل العزم ولكي تقل السرعة ويجب ان يقل العزم المقاومي المقابل من الحمل المجرور هو ايضا مع السرعة لكي يستطيع المحرك جر الحمل بسرع افل بكثير من السرعة التزامنية هذه الحالة . خصوصا . للمضخاتpompes والمراوح الهوائية (ventilators) (المنحنيات $C_{res} = KN^2$) المرسومة بخطوط مختلطة في الشكل $C_{res} = KN^2$)

كذلك عندما يكون التنظيم ممكنا . فالكفاءة دون الوسط للماكنة بالسرع الواطئة للوحدات الصغيرة تحدد الاستعمال لهذه الطريقة . يحتاج تخفيض درجة المحسرك declass لان المفاقيد تكون عظمى باتجاه ثلثي السرعة المتزامنة . وتحت الجهد الكلي

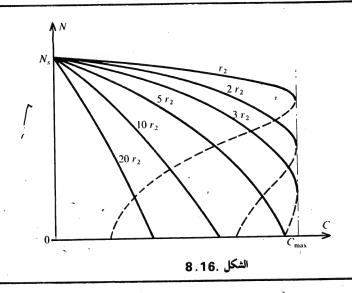
يجب ان يكون المحرك قادر على تجهيز قدرة مضاعفة او بثلاثة اضعاف اكبر من تلمك المطلوبة منه فعلياً .

3.11 . تغيير مقاومة الثانوي

1.3.11 مبدأ . مساويء

الطريقة المألوفة لزيادة الانزلاق في حالة التحميل لمحرك بدوارملفوف هي باستعمال مقاومة متغيرة ثانوية

يعرض الشكل r_2 المنحنىN(C) لمحرك عند المقاومة الاعتيادية r_2 لطور الدوار وتلك الناتجة بزيادات مختلفة لهذه المقاومة بزيادة المقاومة المتغيرة . رسمنا بالخطوط المتصلة فقط الاجزاء المستقرة لهذه المميزات .



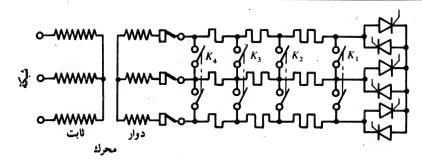
تبرز هذه الطريقة اثنين من المساويء السابقة :

- تنظيم السرعة ليس حقيقياً ، تكون سرعة اللاحمل دوماً مقاربة من السرعة المتزامنة.
- تؤدي زيادة الانزلاق الى تلف الكفاءة بسبب زيادة المفاقيد حول الثانوية لكنها تبرز فائدتين واضحتين :
- تتبعثر المفاقيد بسبب زيادة الانزلاق في المقاومة المتغيرة وليس في المحرك . ويسمح الاخير بتجهيز عزمه الاعتيادي لجميع السرع . . .

تستعمل هذه الطريقة كثيرا بالرفع حيث تستعمل نقاط اتصال (تماسات ميكانيكية (زر تماس) (mechanical contactors) لغرض حذف الاجزاء المختلفة للمقاومة المضافة عندما نريد زيادة السرعة ، ولغرض اعادتها عندما نريد تقليل السرعة.

تستطيع الكنرونيات القدرة تنقية هذه الطريقة. نضع منظم فولتية التيار المتناوب ثلاثي الطور اما في الوصل شبكة – اطراف المحرك اوفي التكوين لنقطة الحيادي (neutral point) الثانوية. بسمح بانتقال تدريجي للميزة في الشكل 8.16 الى مميزة مقاربة.

لايستعمل المنظم الموضوع في الثانوي غالبا الا في السرع الواطئة لغرض التحكسم بالانتقالات البطيئة للمواقع المحددة بدقة . الشكل 8.17 يبين على سبيل المثال مقاومة لكل طور مقسمة الى ثلاثة اقسام . للسرع الواطئة . جميع ازرار التماسات ، نتلاعب بفترات التوصيل لمنظم فولتية التيار المتناوب . وعندما يكون الاخير موصلا بصورة مستمرة نقصره بواسطة K_1 . ولغرض زيادة السرعة نقفل تعاقبيا K_3 . K_4 . K_4

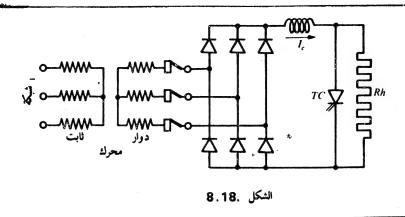


الشكل .17. 8

نستطيع جعل التغيير للمقاومة المضافة بصورة كاملة سكونيا ومستمرا . نعرض بين المحلقات (بشكل 8.18) قنطرة مقومة بستة ثنائيات ، يسلط الجهد المقوم على المقاومة Rh عبر محاثة ، وثايرستر باطفاء موجة TC يقصر ، ولفترة من الوقت وخلال كل من دورات التشغيل له ، المقاومة Rh

نغير ، بالتأثير في الفترة النسبية للتوصيلات للثايرستر ، بالتأثير في الفترة النسبية للتوصيلات للثايرستر ، المقاومة الظاهرية Rh' المرئية بين الاطراف A و R ، من Rh الى الصفر.

اذا كانت I_c القيمة الفعلية للتيار في الخروج للقنطرة المقومة ، تكون التيارات في اطوار الدوار بقيمة $I_c \sqrt{2/3}$ وتكون المقاومة المضافة العائدة لكل طور مساوية لقيمة Rh'/2



4.11. استرجاع القدرة من الثانوي

1.4.11 مسدأ

نستطيع تنظيم سرعة المحرك الحثي ذو الحلقات المنزلقة المغذى بصورة مباشرة مـن شبكة مجهد وتردد ثابتين بالاعتماد على القدرة المقطوعة بين الحلقات.

اذا اهملنا جميع المفاقيد يكون الانزلاق θ بالحقيقة مساويا لحاصل قسمة قــدرة الخروج (output power) للدوار والقدرة المجهزة للمحرك .

تأتي الصعوبة من ان للجهود بين الحلقات قيمة وتردد متغيران لانهما يتناسبان مع الانزلاق لغرض استعمال القدرة المقطوعة يجب الانتقال من هذا المتناوب بتسردد متغير الى الشكل المستمر.

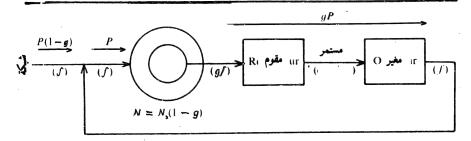
سابقا يتم انجاز هذا التحويل بواسطة مبدل ، اي مجاميع المكائن المعروفة تحت (Scherbius Sys.) او نظام شيربس (Kramer système) او نظام كرامر (

نستطيع تقويم جهود الخروج للدوار بواسطة اشباه موصلات Semiconductors المتطيع تقويم جهود الخروج للدوار بواسطة اشباه موصلات تضيف عزمها لذلك واستعمال قدرة الانزلاق (Slip power) في ماكنة تيارمستمر التي تضيف عزمها لذلك للمحرك الحثي عرفت هذه الانظمة تحت اسم (Métacyn) . الخ

ولكن يمكن الغاء اي ماكنة دوارة ما عدا المحرك المراد تغيير سرعته. لهذا (الشكل 19.8) ثقوم الجهود المستقبلية بين الحلقات ثم نموج الجهد المقوم لغرض اعادة حقن القدرة (قدرة الانزلاق) الى الشبكة.

اذن '، نحتاج هذه المنظومة الى :

- ر rectifier) مقـوم
- مغيرغير مستقل (inverter)



الشكل .19. 8

Operation of hyposynchronous cascade المتابع تحت الترامان ،2.4.11 و مخطط المنظومة تستعمل كثيرا لتنفيذ هذا المبدأ .

- سرعـة

لجهود الدوار البسيطة في حالة اللاحمل :

- سرعة زاوية 900
- $V_{20m} = KgV_{1m}$ (amplitude) سعة –

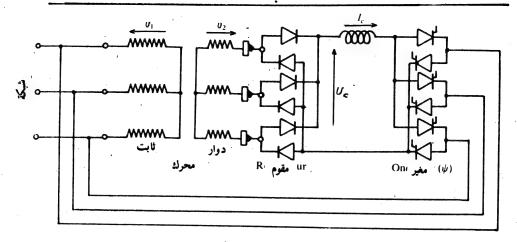
حيث ان V_{1m} سعة جهود التغذية البسيطة K نسبة للجهود في اللاحمل مع دوار متوقف (g=1)

تعطى القنطرة المقومة بستة ثنائيات في اللاحمل جهدا مقوما بقيمة متوسطة

$$U_{c_0} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_{20m} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} Kg V_{1m}.$$

بسبب المقاومة الداخلية للمحرك وخصوصا بسبب مفاعلتها . فالجهد المقوم حين التقطيع لتيار ٪ المفروض ثابتا هو .

$$U_c = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} KgV_{1m} - \Delta U_c.$$



الشكل . 8.20

 $(\pi/2 < \psi < \pi)$ نعني من خلال ψ زاوية التأخير للقنطرة بستة ثايرسترات تشتغل كمغير تكتب العلاقة بين الجهود للجانب المستمر والجهود للجانب المتناوب

$$U_c = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_{1m} \mid \cos \psi \mid.$$

تعطى المقاومة لتعبير*ي U*

$$U_{c} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} K_{\mathcal{G}} V_{1m} - \Delta U_{c} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_{1m} |\cos \psi|$$

$$g = \frac{|\cos \psi|}{K} + \frac{\Delta U_{c}}{\frac{3\sqrt{3}}{\pi} K V_{1m}}.$$

 $\cos\psi$ تعرض هذه العلاقة كيفية زيادة الانزلاق من خلال زيادة معامل القدرة ψ $\cos\psi$ مهملا ، يختلف الانزلاق قليلا عن ω

$$g_0 = \frac{|\cos\psi|}{K}.$$

بتغيير $|\psi\rangle$ cos من الصفر الى المنفر الى الانزلاق $|V\rangle$ بتغيير $|\psi\rangle$ المنفود المنفر الى المنفود (maximum slip) متناسبامع جهد الدوار في التوقف $|V\rangle$ ولا تستطيع الحصول على تشغيل بسرعة واطئة جدا الا اذا كان $|V\rangle$ مساويا $|V\rangle$

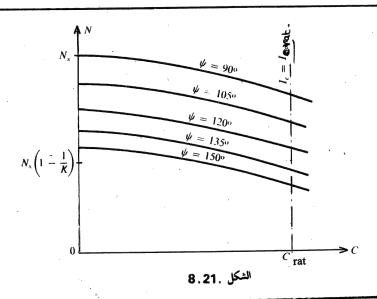
في التحميل ولمعامل قدرة $\psi = \cos \psi$ معين ، تنتج الزيادة للعزم من خلال زيادة للتيار ω وللهبوط بالجهد ω اذن للانزلاق ω

تكون القدرة المسحوبة من اطراف الدوار مساوية U_cI_c وتكون مساوية لحاصل ضرب الانزلاق في القدرة P القاطعة (المجتازة) للفجوة الهوائية . angulair بالاضافة لذلك العزم C هو حاصل قسمة هذه القدرة على السرعة الزاوية Speed

$$U_c I_c = gP' = gC\Omega_s$$
اذن

$$C = \frac{U_{\rm c} \, I_{\rm c}}{g \Omega_{\rm s}} = \left(\frac{3 \, \sqrt{3}}{\pi} \, \frac{K}{\Omega_{\rm s}} \, V_{1m} - \frac{\Delta U_{\rm c}}{g \Omega_{\rm s}} \right) I_{\rm c} \, . \label{eq:constraint}$$

 I_c تصرف الهبوط بالجهد ΔU_c فلا يصدق ان العزم يتناسب تماما مع التيار ΔU_c يعرض الشكل 0.21 المميزات 0.00 لقيم مختلفة للزاوية 0.00 محصورة بين 0.00 و0.00 تشير لزاوية الحماية التي اخذت هنا بقيمة 0.00



يعتمد عزم المحرك على التيار المقوم ، الوالقيمة للعزم تحدد تلك لتيار الدوار ولتيار العمل للثابت ، وترتبط جميع هذه التيارات من خلال معاملات (coefficients) ثابتة المحرك معين ، يفرض العزم المطلوب انتاجه معيار (calibre) التيار للثنائيات وللثايرسترات .

ولكن فسحة السرعة المطلوب تأمنيا تحت السرعة التزامنية هي التي تحدد القيمة القصوى للجهد للحقومات . U_c ، اذن يحدد معيار الجهد للمقومات .

كلما ضاقت فسحة السرعة المحصورة بين السرعة التزامنية والسرعة الاسمية ، قلت غالباً القدرة المحددة اللفومات التقويم وللمغيرات .

تكون امكانية تنظيم السرعة N بين N و N كافية لعدة تطبيقات وحينئذ تكون منظومة الاسترجاع بصورة خاصة مقيدة .

فمن أجل هذه التطبيقات ، اعطت ، هذه الطريقة الموضوعة الان في المكان المناسب ، حيزاً لأنجازات بقدرات متوسطة وبقدرات عالية

5. اا ق.مغیرات دوریة

لا يستعمل تغيير السرعة بواسطة استرجاع القدرة (power recovery) الا لمحرك ذي الحلقات المنزلقة ، الأقل ارباكاً والأقل صيانة من محرك التيار المستمر بمجمع ولكن أقل اهمية من جانب نظرها بين النقطتين من المحرك يقفص سنجاني .

لا تكون كفاءة المحرك بقفص سنجابي جيدة الا اذا داربسرعة مقاربة لسرعته التزامنية لتغيير سرعته في احسن الشروط يجب تغيير تردد تغذيته .

من الضروري تغيير قيمة جهود التغذية في الوقت نفسه ، ويجب ان تكون هذه القيمة متناسبة وبحساسية مع التردد لكي يكون العزم الأقصى الذي تستطيع الماكنة اظهاره ، أياً كانت قيمة التردد ، نفسه ولكي يعتمد التيار الممتص لعزم معين ، قليلا على السرعة .

للحصول ، بدءاً من شبكة صناعية بجهد وبتردد ثابتين ، على جهود التغذية لمحرك ، يمكن استعمال مبدأين :

- التحويل المباشر الذي يشمل على تركيب الجهود المسلطة على الماكنة من خلال دوريد cycloconverters
 - التحويل غير المباشر حيث تقوم جهود الشبكة قبل أن يموج الجهد المستمر الناتج بالترد د المطلوب

1.5.11 مبادىء المغيسرات الدورية

يعرض الشكل 8.22 المخطط الاساس لمغير دوري ثلاثي الطور . يغذى كـل طـور للحمل بواسطة أحد الجهود المقومة والمجهزة من خلال المنظومات المقومة المربوطة على التوازي العكسى في الخروج الموضوعة عليه .

تجهز منظومة التقويم بثايرسترات جهد خروج u_c حيث نستطيع تغيير قيمته المتوسطة بين يتحجز منظومة التأثير على زاوية التأخير للقدح ψ للمقومات التي تتألف منها

نستطيع ومن خلال برنامج ملائم للزوايا ψ تكوين الجهد u من اجزاء جيبية بحيث تتغير القيمة المتوسطة للجهد u دورياً تبعاً لقانون جيبي

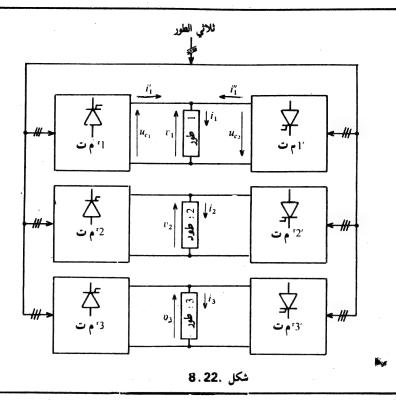
كذلك يجهز الجهد الله على اطراف الطور اللمحرك من منظومة التقويم م . ت أ عند ما يكون التيار أن الذي يمتصه هذا الطور موجباً .

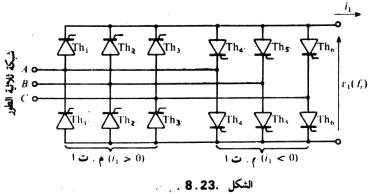
تكون منظومة تقويم ثانية م. ت. أُ ضرورية لغرض تغذية الطور 1 عندما يكسون أ سالبا . ومن خلال التأثير السيطرة للثايرسترات للمنظومتين ، يتحرك الجهد v تبعاً لموجة جيبية تقريبا بتغيرات صغيرة بسبب ضرورة الاستعمال للموجات المجهزة من الشبكة.

تجهز الجهود v_1 و v_3 ، المزاحة بزاوية $2\pi/3$ و $2\pi/3$ نسبة للجهد v_3 ، للطورين الاخرين من خلال مجموعتي منظومات التقويم م . ت v_3 و م . ت v_4 م . ت v_5 م . ت v

2.5.11 مثال للرسم

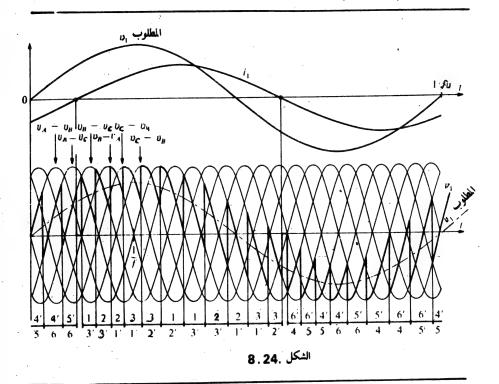
نستعمل من اجل امكانية الحصول على موجات جيبية بتقريب ملائم . اعتيادياً قناطر بستة ثايرسترات . يعرض الشكل 8.23 التغذية لاحد الاطوار لمحرك بدءاً مسن شبكة ثلاثية الطور. تؤلف الجهد v_1 ، المساوي لقيمة u_{c_1} عندما يكون i_1 موجباً . والمساوي لقيمة u_{c_2} عندما يكون u_{i_1} سالبا ، من اجزاء ملائمة للجهود المركبة u_{BA} او u_{AC} . u_{CB} . u_{CB} . u_{CB} . u_{CB} .





يبين الرسم في الشكل 24.8 الكيفية . اعتمادا على جهد v_1 مرغوب به . لتحديد الاجزاء الجيبية المقطوعة والثايرسترات الموصلة (الموسومة من خلال علاماتهــــا .) . يطابق هذا المثال الى تقسيم التردد للشبكة على 4 (انتقال من 50 هيرتز الى 12.5 هيرتز) ولسعة جهد الخروج مقاربة من القيمة القصوى .

نرى كيف نستطيع الحصول على جهد بسعة وبتردد محددين يكفي لتركيب الجهد الجيبي المرغوب به مع الجهود الستة التي نظم فيها تقريبياً.



3.5.11. فوائد . مساويء – استعمال

Advantages. Disadvantages. Utilisation

تتم التبديلات في المغير الدوري بواسطة شبكة التغذية ، وتشتغل كل من المنظومات المقومة الست مرةً كمقوم بمعنى الكلمة ومرة كمغير غير مستقل. ولا يوجد اي جهاز حاص القسر التبديلات

تضاهي الاداءات. من جانب نظر الكفاءة ، معامل القدرة . تـوافقـات التيــــار المسحوب من الشبكة . تلك لمسيطر السرعة لمحرك تيار مستمر .

تكون المنظومة قابلة للانعكاس وقادرة على سحب او ارسال القدرة من الشبكــــة واليها (مراحل التوصيل كمغير اصغر او اكبر من مراحل التشغيل كمقوم).

ولكن ، لايستطيع المغير الدوري ، من خلال مبدئه تجهيز الا ترددات خروج اقل وضوحا من تردد شبكة التغذية . لانجتاز ثلث الاخير عموما ، ولا يوجد تحديد مسن جانب الترددات المذفضة جداً .

تحتاج هذه المنظومة الى ثايرسترات رئيسة كثيرة ، تستطيع تحديد الرقم نظريساً بثمانية عشرمع ثلاثة مقومات لكل من المنظومات المقومة الست .

الحقيقة يجب استعمال 36 ثايرستر، ست مجموعات من ستة ثايرسترات لغرضس الحصول على تقريب جيبى كافي

اخيرا يحتاج المغير الدوري لجهاز سيطرة معقد جدا من اجل تأمين ولكل سرعِــة القدح للمقومات الستة والثلاثين في اللحظات الضرورية

توضح هذه الفوائد وهذه المساويء استعمال المغير الدوري الذي يحدد لانجــــاز مغيرات السرعة للمحركات البطيئة او المحركات البطيئة جداً بقدرة عالية

6.11 أنتقال بواسطة المستمر

ننتقل ، للتجهيزات بقدرة واطئة او قدرة متوسطة ، وعندما يجب ان نستعمل محركاً بقفص سنجابي ، بواسطة المستمر . تقوم جهود الشبكة ثم وبواسطة مغير تنتسج الاشارات بتردد متغير .

تستعمل اربعة انواع من المنظومات :

- منظومة تقويم بثنائيات تغذي مغير جهد تحت جهد ثابت
- منظومة تقويم بثايرسترات تغذي مغير جهد تحت جهد متغير.
 - منظومة تقويم بثنائيات تغذي مغير تيار تحت جهد ثابت
- منظومة تقويم بثايرسترات تغذي مغير تيار تحت جهد متغير .

1.6.11 مغير جهد مغذى تحت جهد ثابت.

اذا سلطت منظومة التقويم جهدا ثابتا في الدخول للمغير، فالاخيريجب ان يغيسر في الوقت نفسه التردد وقيمة الجهود التي يغذيها للمحرك. لغرض امكانية التصرف بالنسبة مستمر – متناوب يجب استعمال قنطرة باربعة ثايرسترات لكل طور اذن اثنا عشر ثايرستر رئيساً.

تستعمل هذه الطريقة عندما تفرض شبكة التغذية الاستعمال لمنظومة تقويم بثنائيات لتجنب المساويء لاتلاف معامل القدرة .

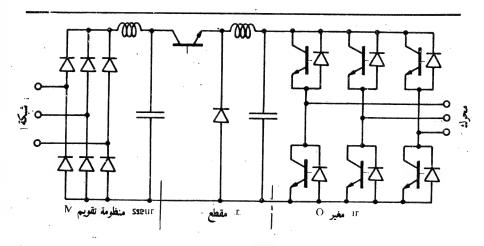
نستعملها خصوصا عندما يحتاج المحرك لتغذية من جهود جيبية تقريبا حين تكون توافقات العزم قليلة جدا عينئذ نجعل القناطر تشتغل بتعديل عرض النبضات او نجمعها اذ تنتج جهودا بموجات مسطحة كما وضحناه في نهاية الفصل السابع

2.6.11 مغیر جهد مغذی تخت جهد متغیر

عندما تغير منظومة التقويم الجهد المستمر لكي يكون متناسبا مع القيمة التي يجب ان تظهرها الجهود المتناوبة في الخروج للمغير . لايحتاج المغير الا لستة ثايرسترات رئيسة ويستعمل منظومة الشكل 7.15

الا انه ولفرض امكانية تامين التبديلات القسرية بقيم واطئة للجهد المستمر - يجب اضافة مصدر مساعد بجهد مستمر ثابت لشحن المتسعات . عدة مخططات ممكنة تحتاج لعدة ثايرسترات مساعدة .

نستعمل ايضا لاجهزة بقدرة واطئة وخصوصا اذا وجب عليها تغذية محركان سريعة غالبا مغير بترانزسترات (شكل 25.8). يتم الحصول على الجهدالمستمر المتفير في هذه الحالة بمساعدة مقطع تيار مستمر توالي وهوكذلك بترانزستر



الشكل .25. 8

نستطيع - بدلا من فرض موجات الجهد على اطراف المحرك - ان نفرض عليه موجات التيارات في ملفات الثابت له. يظهر هذا التبديل ملائما للجرارات بقدرة متوسطة عندما تستطيع استعمال ماكنة بمحاثة تسربية قليلة والموافقة على توافقات عزم مرتفعة

لايستطيع المغير المغذى من مصدر تيار الا بتوزيع، بصورة ملائمة، التيار الذي يستلمه على الاطوار الثلاثة للمحرك – ايضا نستعمل لتمييزه غالبا اسم مبدل التيار بدلا من مغير

يسمح المبدل بتغيير التردد ،اذن السرعة يكون العزم ، لانزلاق معين ، متناسب مع مربع التيار ، ولتيار معين ، يزداد الجهد المسلط على كل طور ، واذن الجهد المغذى لدخول المبدل ، مع التردد . يسيطر ايقاع قدح الثايرسترات للمبدل على السرعة وتنظيم التيار او العزم يسيطر على جهد التغذية للمبدل .

اذا كانت المنظومة المقومة المعذاة من الشبكة بثنائيات ، يجب وضع مقطع تيار
 مستمر بين هذه المنظومة ومبدل التيار . يعرض الشكل 18.26 لمخطط الاساس لمجموعة مقطع تيار مستمر – مبدل .

اذاكانت منظومة التقويم بثايرسترات ، فمن خلال تأخيرالقدح للثايرسترات ننظم قيمة التيار

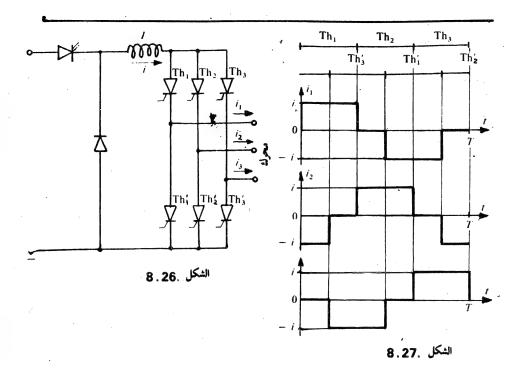
يتكون مبدل التيار الثلاثي الطور من ستة ثايرسترات (الشكل 8.26) ومن دوائرها المساعدة للتبديل : توصل الثايرسترات Th3. Th2. Th1 بالتعاقب وترسل التيار ، تعاقبياً في الاطوار الثلاثة : وتعيد الثايرسترات Th3. Th2. Th1التيار ، الى المصد ر

اذا اهملنا تموج التيار ، وفترات التبديل ، فللتيارات 13 · 13 · 13 · 14 في الاطوار الثلاثة للمحرك اشكال الموجات المستطيلة الممثلة على الشكل 8.27 .

تستعمل متسعات لغرض تأمين التبديلات . نستطيع -كما في حالة مغيرات الجهد-الاستعانة بثايرسترات مساعدة او عدم الاستعانة .

• مغير تيار مع ثنائيات للاطفاء

i يعرض الشكل 8.28 منظومة تقويم بثايرسترات وتشكل محاثة التنعيم للتيار والثايرسترات الست Th_3' , Th_1' , Th_1' , Th_2' , Th_2' , Th_1



تؤمن المتسعات الست C_3 , C_2 , C_3 , C_2 , C_3 , الطفاء الثايرستر عندما نقدح التالي يجب اضافة الثنائيات الستة D_3 , D_2 , D_3 , D_2 , D_3 لغرض تأمين استمرارية التيارات خلال التبديلات .

اذا اهملنا التبديلات، يمرركل ثايرستر (والثنائي المربوط على التوالي معه) التيار نظل الدورة، تكون اشكال موجات التيارات i_3 , i_2 i_1 تلك الموضحة في الشكل i_3 .

I=0 الذي يبدأ عند 1 Th_1-Th_3 الذي يبدأ عند 1 Th_1-Th_3 الذي يبدأ عند 1 Th_1-Th_3 قدح الثايرستر

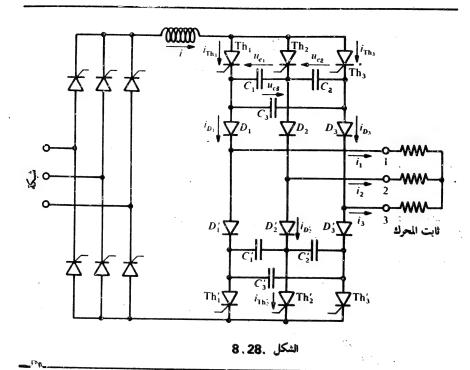
 $\stackrel{\cdot}{D}_2'$ Th $_2'$, D_3 Th $_3$ توصل المقومات -

$$i = i_{Th_3} = i_{D_3} = i_3 = -i_2 = i_{D'_2} = i_{Th'_2};$$

يكون الجهد ، " على اطراف المتسعة ، C موجيا .

عند t = 0 عند t = 0 الجهد u_{c_1} على اطراف t = 0 ويطفئه.

 Th_2' و D_2' , D_3 ، Th_1 توصل المقومات t_B ، و t_B و t_B



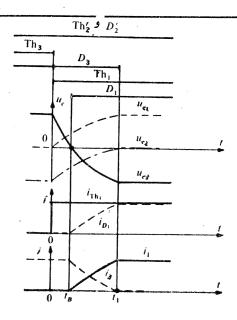
 $i=i_{{
m Th}_1}=i_{{
m D}_3}=i_3=-i_2=i_{{
m D}_2}=i_{{
m Th}_2}$; $u_{c_1}=u_{c_3}$

في اللحظة u_c ، يكون u_c بقيمة صفر ، ويدخل D_1 في حالة التوصيل . و D_1 تعطي زمن الأطفاء للثايرستر D_2

خلال الفترة D_1 , D_2 و D_1 , D_3 و D_1 , D_2 و D_2 : D_3 و D_1 , D_3 و D_2 : D_3 يستمر جزء التيار الملار في D_3 بزيادة الجهود D_3 و يشكل الجهد D_3 المسلط بين الأطراف ا و 3 للمحرك بزيادة D_3 و وبتقليل D_3 .

حند $t_1 = t_1$ يصل التيار t_1 لقيمة t_1 ويكون t_3 صفراً وينتهي التبديسل ويكون الجهد t_1 الموجب مستعداً لتأمين الاطفاء للثايرستر t_1 عندما ،عند t_2 عندما . t_3 نقدح t_4 . t_4

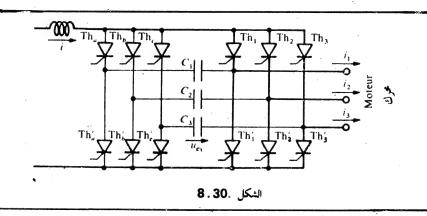
تظهر هذه المنظومة البسيطة السيئة المسببة لتوصيل المقومات الأربعة في دائرة التقطيع للتيار : تحتاج هذه المنظومة علاوة على ذلك ستة متسعات للتبديل



الشكل .29 . 8

مغير تيار بثايرسترات مساعدة

تسمح المنظومة للشكل 8.30 بألغاء السيئة السابقة وذلك بانقاص عدد المتسعات الضرورية الى ثلاث متسعات وبتقليل سعاتها الى الثلث



نسلط ، لغرض اطفاء Th_3 وكان u_{c_3} موجباً ، جهد على اطرافه بقد ح u_{c_3} نسلط ، نسلط ، الثاير u_{c_3} عند ما يكون Th_i يسحب التيار i من خلال الثايرستر Th_i وتتفرغ المتسعة C_3 عند ما يكون Th_i

بقيمة صفر، ويبدأ Th_1 بالدخول في حالة التوصيل ويزداد i_1 ويقل i_1 وتنشحين المتسعة i_2 سلبياً عندما i_1 يساوي i_3 ، ينطفىء الثايرستر i_4 ، ويكون i_4 من خلال القدح للثايرستر i_4 i_5 من خلال القدح للثايرستر i_6 i_6 بعد نصف دورة .

111. مسيطرات السرعة للمحركات المتزامنة

Synchronous Motors Speed Controllers

ااً. 1 . المحرك المتزامن الثلاثي الطور

يكون المولد المتناوب alternate r المستعمل لغرض تحويل الطاقة الميكانيكية لطاقة كهربائية ، كجميع المكائن الكهربائية ، قادراً على تأمين التحويل العكسي وان يعمل كمحرك

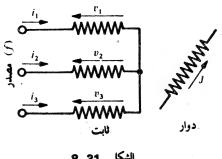
1.1. مسدأ

يتألف المحرك المتزامن من ثابت stator يحمل الملفات الثلاثية الطور بعدد اقطاب 2 p متصلاً بالمصدر المغذي للجهود وللتيارات بتردد f . ويحمل الدوار أو المحث ملفاً يغذى من خلال تيار مستمر للاثارة يولد p 2 قطباً متعاقبة شمالية وجنوبية وثابتة نسبة للدوار.

تولد التيارات بتردد و المجهزة من المصدر الثلاثي الطور في الفجوة الهوائية قوة دافعة N_s (Synchronous speed) مغناطيسية $magnetomotive force مغناطيسية <math>N_s = \frac{f}{p} \left(\frac{1}{r} / s \right)$. دورة nagnetomotive force <math>nagnetomotive force

تسحب أقطاب هذه القوة الدافعة المغناطيسية أقطاب الدوار وتجعله يدور بالسرعة المتزامنة . ومنه الأسم محرك متزامن المعطى للمحرك .

أشرنا ، على المخطط في الشكل 8.31 ، الجهود v_3 , v_2 , v_1 ، المطة على الاطوار الثلاثة للثابت ، والتيارات i_3 , i_2 , i_3 ، والتيار المحث .



الشكل .31. 8

Diagramme. Power. Torque 2.1. III . رسم تخطيطي . قندرة . عنزم .

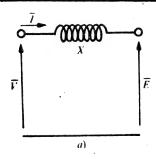
م نستعمل ، لغرض دراسة التشغيل في الحالة المستقرة الجيبية لطور من أطوار الثابت المغذى من الجهد v الذي يمتص تيار ، ويولدفيه المحث ق . د . ك e ، المخطط , المكافي الموضح في الشكل 18.32 .

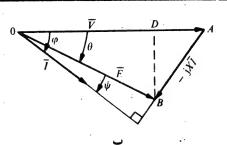
التي تمثل الكميات الجيبية بسرعة (vectors) بسرعة \overline{E} , \overline{I} , \overline{V} $\omega = 2 \pi f \quad \text{ign}$

هي ألمفاعلة المتزامنة synchronous réactance) (نستطيع بتقريب أولي اهمال المقاومة) .

يعبر الرسم التخطيطي الاتجاهي vectorial diagramme (الشكل 8.32 ب) عن العلاقة

$$\overline{E} = \overline{V} - jX\overline{I}.$$





الشكل .32. 8

نستطيع قراءة ثلاثة زوايا على المخطط ب

 \overline{V} ازاحة \overline{I} بالنسبة و \overline{V}

(InternalPhaseShift ازاحة بين \overline{v} و \overline{v} و التي تسمى زاوية الطور الداخلية (\overline{v}

ازاحة \overline{I} بالنسبة الى \overline{E} والتي تسمح بتعيين موضع الأقطاب الدوار نسبة للثابت .

تتناسب القوة الدافعة الكهربائية E مع السرعة ومع فيض المحث ، اذن ، في حالة امكانية اهمال التشبع ، مع تيار الاثارة .

• القدرة الممتصة من خلال المحرك هي

 $P = 3 VI \cos \varphi$.

اذا اهملنا المفاقيد ، تعطى P القدرة الميكانيكية الناتجة .

نعني من خلال Ω الى السرعة الزاوية التزامنية W/P angular Speed)

$$C = \frac{P}{\Omega} = \frac{3 \ VI \cos \varphi}{\Omega}.$$

في المثلث OAB للمخطط الاتجاهي ، تكون الزاوية في النقطة A مساويسة لقسمة ϕ . اذن

$$\frac{XI}{\sin\,\theta} = \frac{E}{\cos\,\varphi}\,.$$

والتى تعطى

$$P = \frac{3 VE}{X} \sin \theta$$
; $C = \frac{3 VE}{\Omega X} \sin \theta$.

لجهود دخول بقيمة وبترد د معينين ، ولأثارة معينة ، يكون العزم متناسباً مع جيب الزاوية الداخلية . ويكون γ بأقصى قيمة عند γ γ الزاوية الداخلية . ويكون يتراجع المحرك .

: مساقط المتجهات \overline{V} و على اتجاه التيار تعطى \overline{V}

 $V\cos\varphi = \mathring{E}\cos\psi$.

ويمكن كتابة القدرة والعزم كالأتي :

$$P = 3 EI \cos \psi$$
; $C = \frac{3 EI}{\Omega} \cos \psi$.

لتيارات معينة في المنتج وفي المحث يكون كل من القدرة والعزم بقيمته القصوى عندما تكون لا بقيمة الصفر.

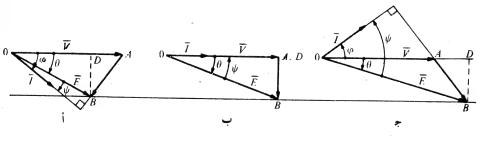
اذا تغيرت السرعة ، وتتناسب E معها ، يكون العزم الأقصى الذي يستطيع الاينتجه المحرك ثابتاً .

3.1. 111 تعديل للتيار المتسص

P = 3V.BD/X.

 \overline{V} اذا غيرنا E تتحرك النقطة E على خط مواز للمتجه مثلنا على الشكل E الحالات الثلاث المكنة :

- (reactive متفاعلة under excited) بمتص قدرة متفاعلة المحرك تحت الأثارة (\overline{V} متاخرعن \overline{I} power)
 - ب) يعمل المحرك بمعامل قدرة φ مساويا 1 .
- ج) يولد المحرك قدرة متفاعلة فوق الأثارة \overline{l}) over-excited ج)



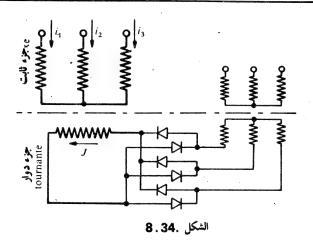
شكل .33. 8

نرى امكانية التشغيل بمعامل قدرة φ \cos مساوياً لواحد أوكذلك بتوليد قدرة متفاعلة

عند الغاء التماسات خاصة فرش – مجمع هو الذي يبعد مسيطرات السرعة مع محرك تيار مستمر ، يجب تجنب التماسات فرش – حلقات المخصصة لتجهيز التيار المستمر لدوار المحرك المتزامن .

نستعمل اثارة من خلال محولة بفيض دوار للمكائن بقدرة عالية (الشكل 34.8) . ثلاثة اطوار أولية تنتج فيضاً دواراً يولد في الملف الثانوي المتضامن للدوار نظام ثلاثي الطور للجهود التي تقومها ، ويسلط الجهد المقوم على المحث . ننظم J بواسطة الجهود الابتدائية .

- يكون هذا الجهاز، للمكائن بقدرة واطئة أومتوسطة ، معيق جدا ومكلف . réluctance machines و محائن معاوقية (réluctance machines) أومكائن متماثلة الأقطاب (homopolar machines) وتكون المحركات الصغيرة غالباً ذات مغناطيس دائم (permanent magnet) (يقطع مغناطيسية دائرة المغنطة)



2.111 مسيطرات السرعة بجهد وبتردد تغذية متغيرين

- الخاصيتان الاكثر اهمية لمحرك تزامني لانجاز اجهزة بسرع متغيرة هما :
 - "انعدام الانزلاق
 - انتاج القوى الدافعة الكهربائية من خلال الماكنة
 يؤدي هذا الى طريقتين مختلفتين للسيطرة على هذا المحرك

- تغذية بجهد وبتردد متغيرين كما في حالة المحرك الحثي
- تغذية ارشاد ذاتي (auto-pilot)بواسطة الماكنة نفسها التي تتصرف كمحرك بتيار مستمر .
- · الطرق ، المشار اليها لتغذية محرك حثي تحت جهد وتردد متغيرين ، ممكنة التطبيق على المحرك المتزامن .

يفرض استعمال النوع الثاني من المكائن نفسه في حالة الاجهزة متعددة الحركات (multi – motors) عندما يجب أن تدور عدة محركات بالضبط بالسرعة نفسها تغذى في الحالة هذه بالتوازي ومن المغير نفسه . ينظم الاخير جهودها على الاطراف لكي تكون النسبة جهد – تردد بحساسية ثابتة اذن لكي تستطيع المحركات اظهار نفس العزم بجميع السرع .

3.11 .محرك متزامن مرشد - ذاتياً

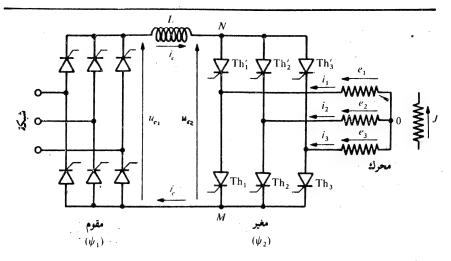
Auto - Pilot Synchronous Motor

1.3. III ، میسدا .

محرك التيار المستمر الذي يدور بسرعة متغيرة وهو محرك متزامن يعمل بتردد متغير . اذا كان $2\ p$ عدد اقطابه و N عدد الدورات بالثانية ، فيكون التردد للتيارات فسسي الحلقات المختلفة للمنتج pN ، وبصورة أخرى نقول بان السرعة مساوية N=f/p بدقة .

هذا المحرك هو مرشد - ذاتيا . عندما تمر ، اطراف المجمع التي بينها ربط ملف للمنتج ، تحت فرشة (brush) فالتيارفي هذا الملف ينعكس . وكلمادار المحرك بسرعة كان التردد ركم لتيارات الدوار عالياً ، وذاتياً يفرض رم من خلال السرعة .

نستطيع تنفيذ المبد إنفسه مع ماكنة متزامنة بمنتج ثابت ومحث دوار. تقوم (الشكل 8.35) جهود الشبكة بواسطة قنطرة بستة ثايرسترات. وينعم التيار المقوم L بواسطة المحاثة L وترسل، قنطرة الحرى بست ثايرسترات وتعمل كمغير، التيارات المتناوبة بترد د L في الاطوار الثلاثة للمحرك.



الشكل .35. 8

يؤشر مقياس (.. capture) يدور مع الدوار موقع اقطاب المحث بالنسبة لاطوار المنتج . ويوجه المقياس القدح لكل من الثايرسترات في اللحظة حين يكون الموقع هـذا هو المطلوب .

يشتغل المغير اذن بتردد مرتبط وبقوة مع سرعة الدوران اذا قدحنا المقومات بصورة صحيحة ليشتغل المغير كمغير مستقل او مساعد فالقوة الدافعة الكهربائية للمحرك هي التي تؤمن التبديلات ولا توجد حاجة لدوائر مساعدة لغرض اطفاء المقومات

لغرض امكانية استعمال نتائج دراسة التشغيل كمغير للمنظومات المقومة بثايرسترات سنتبنى الترقيم نفسه للثايرسترات والانجاهات نفسها للجهود والتيارات كما في الفصلين الثالث والرابع

2.3.111 تشغيل اعتيادي

اذا قومنا القوى الدافعة الكهربائية e_3 . e_2 . e_3 بواسطة ثنائيات ، سيكون الجهد المقوم المتوسط $v_N = v_N$ $v_N = v_N$ موجبا ويجب ان يكون سالبا في حالة التشغيل حمير . ويجب ان تكون زاوية تأخير القدح $v_N = v_N$ ثاير سترات المغير محصورة بين $v_N = v_N$ تسمح الزاوية $v_N = v_N$ (شكل $v_N = v_N$) برسم مخطط التوصيلات ومنه تستنتج :

من جهة ، التيارات i_3 , i_2 , i_3 في الاطوار الثلاثة للمحرك . فرضنا هنا i_3 مساويا في مته المتوسطة i_4 .

- ومن جهة اخرى ، الجهود المقومة الجزئية $v_N = v_0 (v_M v_0) v_N = v_0 v_0$ وجهد الدخـول u_{c_2}
- و تؤمن القوى الدافعة الكهربائية للمحرك التبديلات عندما نقدح Th_2 فالفرق e_2-e_1 فالفرق يسبب زيادة e_1 وتقليل e_2 خلال التقطيع المتزامن للثايرسترين e_2 e_1 و e_1 و e_2 e_1

المفاعلة الواجب اخذها بنظر الاعتبار عنا التبديلات هي ليست المفاعلة المتزامنسة X بل المفاعلة "X التي تسمى المفاعلة دون العابرة X بل المفاعلة "X التي تدخل عند التغيرات السريعة للتيارات في الاطوار

بسبب التداخل ولكي يبقى ، الجهدعلى اطراف ثايرستر الذي انطفأ توا سالبا خلال زمن اكبر من زمن الاطفاء له ، يجب الحفاظ على فسحة كافية بين ψ_2 و $\hat{\pi}$

اذا مزجنا i_1 مع قيمته المتوسطة i_2 ، فللاصلي للتيارات i_1 أو قيمة فعلية i_2 مساوية i_3 لا يكون الاصلي i_1 مزاح بزاوية i_2 متاخرة عن i_3 اذا اخذنا مرة اخرى اصطلاحات العلامات للشكل i_3 وللشكل i_4 وقيجب ان يكون i_5 مزاحا بزاوية i_4 متقدمة عن i_5 للحصول على تبديل طبيعي ، يجب ان تكون اشارات القدح حين يكون التيار الممتص من طور المحرك مزاح بزاوية متقدمة عن القوة الدافعة الكهربائية ويجب ان يكون المحرك فوق الاثارة .

اذا اهملنا المقاومات وتموج التيار i_c فان معادلة الجهود التي تعطي زاوية التحكم اذا اهملنا المقاومة بدلالة I_c و I_c تكون سهلة الاثبات . ψ_1

تمثل الجهد البسيط الفعلي للشبكة و $X_{\rm i}$ تمثل مفاعلتها لكل طور ، فلجهد الخروج للمقوم قيمة متوسطة.

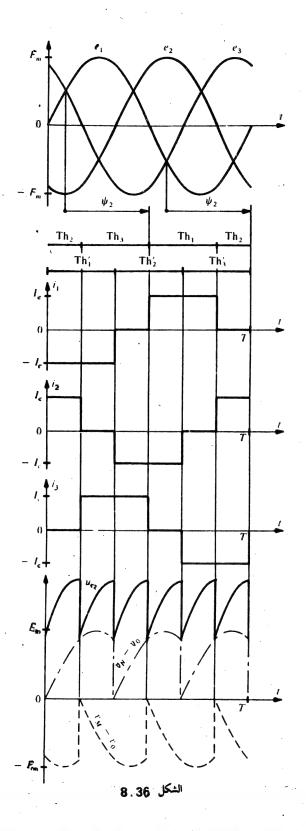
$$U_{c_1} = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} V_{S} \cos \psi_1 - \frac{3}{\pi} X_1 I_{c_1}$$

وللجهد u_{c_2} في الدخول للمغير قيمة متوسطة

$$U_{c_2} = -\left(\frac{3\sqrt{6}}{\pi}E\cos\psi_2 - \frac{3}{\pi}X''I_c\right).$$

=\frac{3\sqrt{6}}{\pi}E\cos(\pi - \psi_2) + \frac{3}{\pi}X''I_c.

تمثل المقادير $X_1 I_0$ و $X_2 X_3 X_4 I_6$ في هذه التعابير ، الهبوط بالجهد بسبب التداخل للمقوم وللمغير



بمساواة U_{c_1} و U_{c_2} نحصل على

$$\cos \psi_1 = \frac{E}{\nu_{s.}} \cos (\pi - \psi_2) + \frac{(X'' + X_1)}{\sqrt{6} \, V_s} I_c.$$

3.3.111 اقلاع تشغيل بسرع واطئة

تكون القوى الدافعة الكهربائية في التوقف (stand still) او في السرع الواطئة بقيمة صفر او غير كافية لتامين التبديلات ، وبدلا من اللجوء الى التبديل القسري نستعمل احدى الطرق التالية :

- نتوقف كل سدس دورة للمحرك من ارسال النبضات الى ثايرسترات منظومة التقويم و وبتصغر التيار ، حينئذ نجدد التقطيع للمقوم ونقدح ثايرستري المغير التي يجب ان تكون موصلة خلال سدس الدورة التالي

نربط ثايرستر اطلاق (free wheeling thyristor) على اطراف المحاثة L وقدحه يجعله موصلاً خلال فترة حيث يكون u_c سالبا مرور التيار i_c في هذا الثايرستريخص المغير الذي تنطفىء به الثايرسترات الموصلة سابقا . وينطفىء ثايرستر الاطلاق عندما يصبح u_c موجبا . ويمر التيار i_c في الدائرة التي يجسب أن تحصل عليه خلال سدس الدورة التي تبدء

4.3.111 فابلية الانعكاس . تطبيقات

لا يظهر انعكاس العزم او الكبح بالاسترجاع آية مشكلة . ويعمل المحرك حينئه لا يظهر انعكاس والمقوم كمغيريقطع على الشبكة . ويكفي بالتاثير في زوايا التحكم ψ_0 و ψ_0

لغرض عكس اتجاه الدورات يكفي عكس اتجاه الفيض الدوار بتغيير اتجـــاه التوزيع لاشارات القدح للمغير.

نستطيع ايضا . بدون تعديل جزء القدرة . الحصول على تشغيل في الارباع الاربعة لمخطط عزم – سرعة .

تشابه مخططات التنظيم كثيرا تلك لمسيطرات السرعة لمحرك تيار مستمر مع حلقة مغلقة للسرعة وحلقة مغلقة للسرعة وحلقة مغلقة للسرعة والفر الشكل 8.4). يقرر المنطق ، تبعا للسرعة . اذا كان التبديل طبيعيا اويجب قطع التيار ،أ دوريا . ومنطق ثاني يتحكم بالكبح يعكس اتجاه الدوران عند الاقتضاء . .

تبين ان استعمال محرك متزامن مرشد – ذاتيا مهم جدا لانجاز الجرارات بقدرة وبسرعة عاليتين التي لا يمكن انجازهما مع محركات التيار المستمر

Absorpition

Active power

Accumilation

A. C. voltage regulator

Air gap

Alternator

Ampere - turn

Amplifier

Amplitude[®]

Anode

Angular velocity

Apparent power

Approximation

Argument

Armature

Armature circuit

Attenuation

Attenuation factor

Auto – pitot

Auto - trans former

Auxilary

Avalanche

Average value

Back - to - Back

Bascule

امتصاص

قدرة فعالة

تراكم

منظم فولتية التيار المتناوب

فجوة هوائية

مولد متناوب

امبير - لفة

مضخم

سعة

مصعد

السرعة الزاوية

القدرة الظاهرية

تقريب

منتج

دائرة المنتج

معامل التوهين

مرشد ذاتى

محولة ذاتية

مساعد

قيمة متوسطة

رأسا لقدمين / توازي عكسى

ارجوحة

Base		قاعدة
Braking		کبح
Bridge		قنطرة
Brush		فیطره فرشة
Cadence		ورس. ایقاع
Cascade	•	ایسے تتابع
Cathod		
Characteristic		مهبط
Characteristic equation		مميزة معادلة مميزة
Cnopper		معادله مميره مقطع التيار المس
Circuit		
· Circulating Current		دائرة
Coefficient		تيار دوار
Collector	•	معامل
Commutation		مجمع / جامع
Commutation Capacitor		تبدیل
Commutator	•	متسعة التبديل مبدل
Compensation	A	Account to the second second
Complementary	J	تعویض / توا ز
Condition limits		متمــم حدود شرطية
Constant		
Contact		ثابت
Continuous		زرتماس
Continuous Conduction		مستمر
Critical intensity	.	توصیل مسته
Cycloconverter		شدة حرجة
Delay time		مغير د ور <i>ي</i> سائن
Diode		زمن التأخير ثنائي
Diodes rectification systems	# A \$1.5.	
Differential equation	ويم بتنانيات	منظومات التق معادلة تفاضل
equation		משוב עו עו שי

	and the second s
Discontinuous	غير مستمر
Discontinuous conduction	توصيل غير مستمر
Direct urrent motor	محرك التيار المستمر
Dissipation	تبديد
Distortion	تشويه
Double parallel commutation systems	مغظومات
	بتبديل توازي مزدوج
Double star system	منظومة بنجمة مزدوجة
Eddy current losses	مفاقيد التيار الدوامي
Effective value	قيمة فعلية
Efficiency	كفاء ة
Electro magnetic power	قدرة كهرومغناطيسية
Electro magnetic torque	عزم كهرومغناطيسي
	**
Electromotive force	قوة دافعة كهربائية
Electronic	الكترونيات
Electrotechnic	تقنية الكهرباء
Emitter	باعث
Exponetial term	حد اسـي
Expression	تعبير
Fault	عطل
Filteration	ترشيح
Flux	فيض
Flux density	ي ب كثافة القيض
Forced Commutation	ي ن تبديل قسري
Forced State	بالة قسرية جالة قسرية
Form Factor	معامل الشكل
Fourier Series analysis	تحليل فورير
Free State	حالة حرة
Free wheeling diode	ثنائى الاطلاق
	ي الماريخ

Free wheeling thyristor		ثايرستر الاطلاق
Function		د الة
Fundamental		اصلی
Fundamental term Frequency		حد أصلي
Gate		ترد د
Harmonic		بوابة
Harmonics ratio		توافق
Homopolar machine		نسبة التوافقات
Hysteresis losses		مكينة متماثلة الأقطاب
Impedance		مفاقيد التخلفية
Inductance		ممانعة
		محاثة
Induction Heating		تدفئة بواسطة الحث
Induction motor		محرك حشي
Internal impedance		ممانعة داخلية
Internal resistance		مقاومة داخلية
Interrupter		قاطع تيار
Instantaneous value		قيمة أنية
Inverse current		تيار عكسي
Inverse voltage		جهد عکسی
Inversion inductance		محاثة العكس
Inverter		مغير
Independent Invertor		مغير غير مستقل
Inter – phases winding		ملف بين الاطوار
Junction		بي ن وصلة
Latching current Holding + current)		تيار التمسيق
		أو تيار الحفاظ
Leakage reactance		او نيار الحقاط مفاعلة التسرب
Linear circuits	-	
Linearity		دوائر خطية خطية
	-	تحطيه

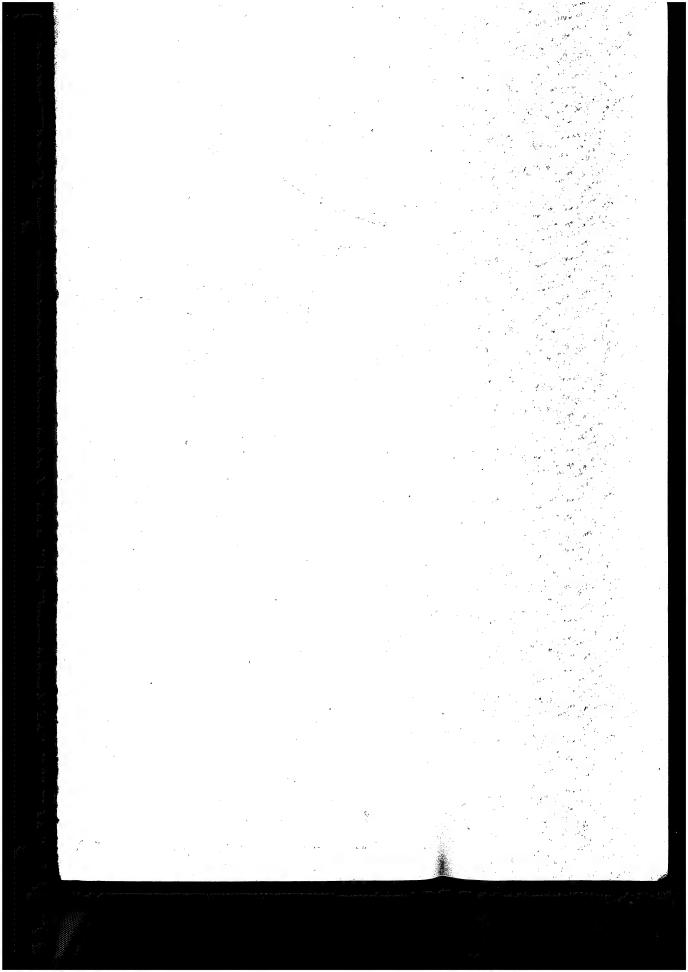
Logiq	منطق
Magnetizing circuit	دائرة مغناطيسية
Magnetizing current	تيار ممغنط
Maximum value	قیمة قصوی (عظمی)
Margin	فاصلة / فسحة
Middle point	نقطة وسطية
Minimum value	قيمة دنيا
Mixed systems	منظومة مختلطة
Mechanical commutator	معدل میکانیکی
Mechanical switch	قاطع ميكانيكي
Modulation	تضمين
Module	وحدة قياس / مقياس
Motor	محرك
Natural commutation	تبديل طبيعي
Neutral conductor	وصل حيادي وصل حيادي
Neutral point	نقطة حيادية
Numerical	رقمي / عُدُّد ي
Numerical application	رطبيق رقمي / تطبيق عددي
Operation point	. "
Order	نقطة التشغيل
Origin	درجة اصا
Oscillatory circiut	•
Output power	دائرة تذبذب قدرة الخروج
Over lap	قدره العروج تداخل
Over lap voltage drop	هبوط الجهد بسبب التداخل
Over – excited	مبوط قبها بسبب تلك س فوق الاثارة
Parallel commutation system	منظومة بتبديل توازي
Parallel chopper	
Passive	مقطع توازي غير فم ال
Path	مسار
	J****

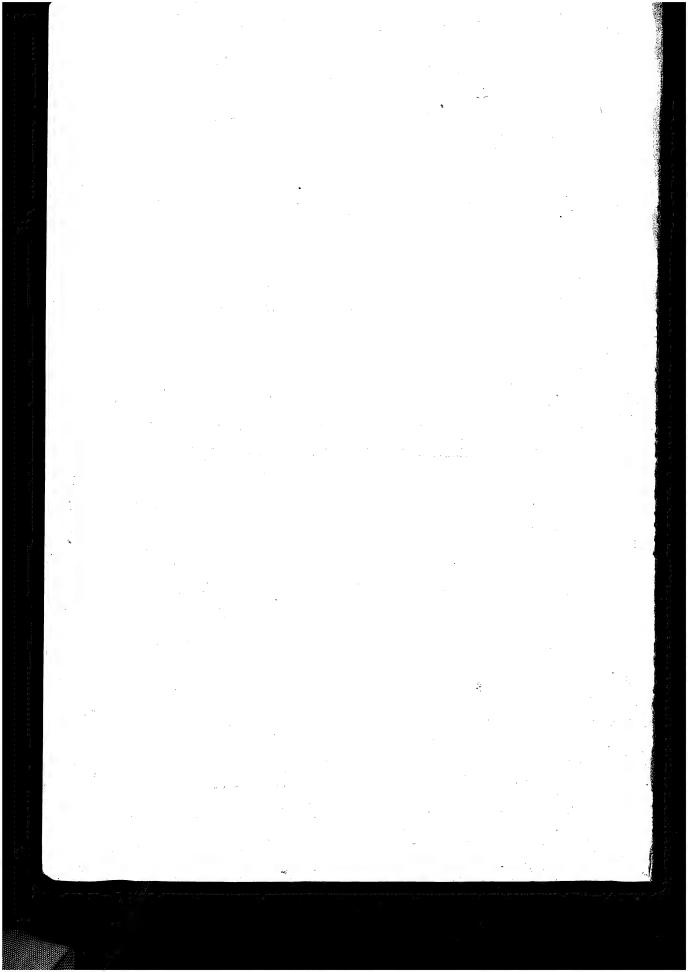
Performance	أداء
Period	د ورة
Perterbation	تشويش
Pompe	مضخة
Position	موضع / موقع
Potentiometer	مقياس فرق الجهد
Power loss	فقدان القدرة
Power factor	معامل القدرة
Principle characteristics	المميزات الاساسية
Pseudo – periodic	شبه دورية / دورية وهمية
Pulses generator	مولد نبضات
Pulse width modulation	تعديل عرض النبضات
pulsation	تذبذب
pureinductive load	حمل محاثي صرف
Pureresitiveload	خمل مقاومي صرف
Quantity	كمية
Quasi – Saturation	أشبه التشبع
Radial	شعاعي
Rang	رتبة / فئة
Ratio	نسبة
Rated current	تيار أسمى
Reactive power	قدرة متفاعلة
Recovery time	زمن الاستفاقة / زمن الاسترجاع
	زمن الاسترداد
Recovery angle	زاوية الاسترداد / زَاوية الاسترجاع
Recovery power	قدرة الاسترداد / قدرة الاسترجاع
Rectangular wave	مه حمة مستطالة
Rectification system	منظومة تقويم
Reluctance	مفاعلة مغناطيسية
Reactance	مفاعلة

·	•
Reluctance machine	مكينة معاوقية
Regeneration	استرداد / استرجاع
Regenerative braking	كبح بالاسترداد
Reference	مرجع :
Residual	متبقي
Resistance	مقاومة
Resistive torque	عزم مقاومي
Response time	زمن الاستجابة زمن الاستجابة
Resinance circiut	دائرة رنين
Reversable	قابل للانعكاس
Reversable chopper	مقطع قابل للانعكاس
Rheostatic braking	کبح مقاومی
Rising time	زمن الصعود
Saturated state	حالة تشبع
Segment	صفيحة / قطعة
Semi – conductor	شبه موصل
Series chopper	مقطع توالي
Series commutation system	منظومة بتبديل توالي
Servomechanism	ألية موأزرة
Shaft	عمود ادارة
Short – circiut	دائرة قصيرة
Short – circiut ratio	نسبة الدائرة القصيرة
Signal	اشارة
Sign	علامة
Slip	انزلاق
Slip ring motor	محرك بحلقات منزلقة
Smoothing inductance	
Speed	محاثة التنعيم سرعة
Speed controller	مسيطر السرعة / منظم السرعة
Squirrel cage motor	محرك بقفص سنجابى

Stabilizer		مثبت جهد
static compensation		نعويض ساكن
Static compensator		معدل أو معوض ساكن
Stable		مسقر
Stability		استقرارية
Starting		اقلاع
Starting torque		عزم الاقلاع
Stand slill		توقف
Steady - State		حالة مستقرة
Step – down chopper		مقطع خافض الجهد
Step – up chopper		مقطع رافع الجهد
Subtransient reactance		مفاعلة دون العابرة
Surfacearea		مساحة سطحية
Surgvoltage		زيادة الجهد
Surcharge		حمل الزائد
Superposition		ترکیب / ترکب
Synchronous motor		محرك متزامن
Synchronous reactance		مفاعلة متزامنة
Synchronous speed		سرعة متزامنة
Tangential force		قوة مماسية
Thyristor		ثايرستر
Thyritor rectification sys.		منظومة مقومة بثايرسترات
Thermal time constant		ثابت الزمن الحراري
Transformer		محولة
Transistor	•	ترانزستر
Traction		جرار
Triac		ترایاك
Transient – state		حالة عابرة
Trigger pulse		نبضة قدح / نبضة اشعال
Tripolar interrupter		قاطع ثلاثي القطب
		. 9

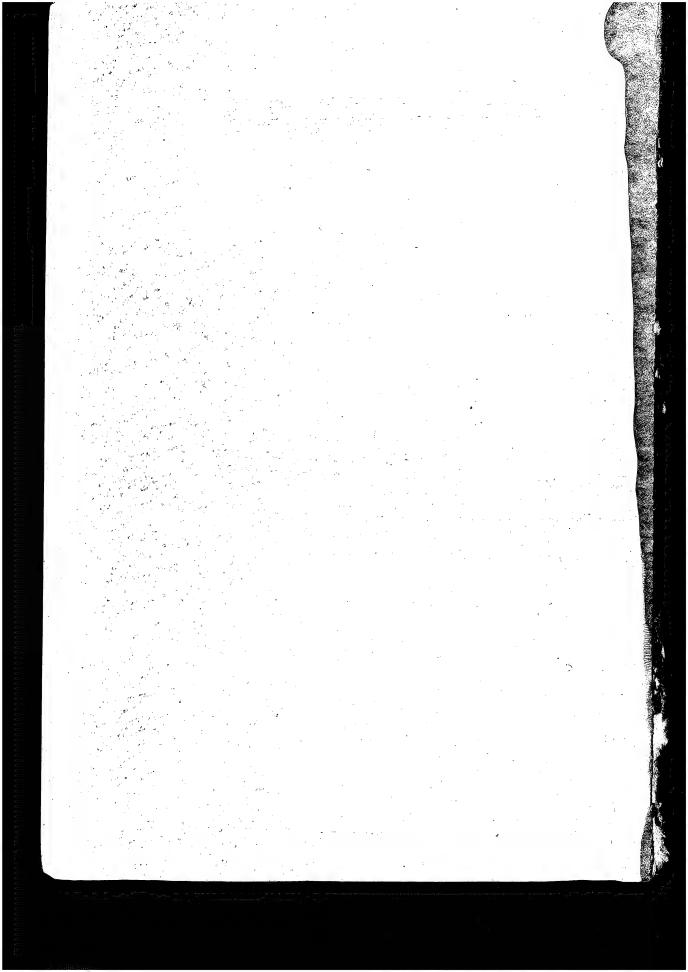
Turn – on pulse	نبضة قدح
Turn – on state	حالة التوصيل
Turn – on time	زمن القدح
Turn – off state	حالة الاطفاء
Turn - off time	زمن الاطفاء
Under – excited	تحت الجهد
Unity	وحدة
Unsymmetric bascule	ارجوجة غير متناظرة
Variable	متغير
Ventilator	مروحة هواء
Voltage	جهد
Voltage drop	هبوط الجهد
Zero compenant	م که صفریه

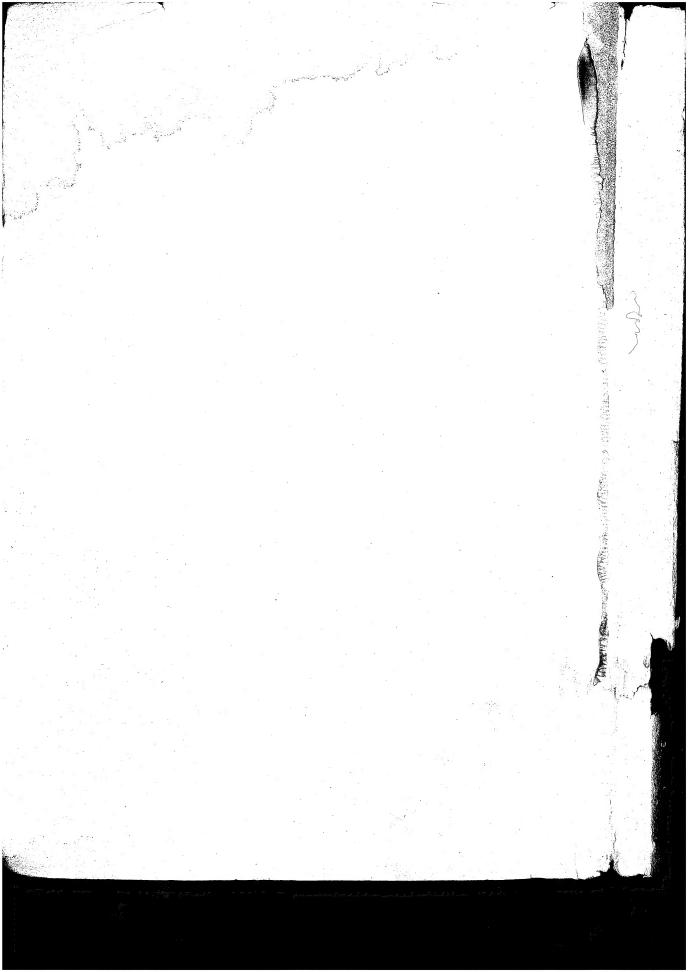




رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ٣٨٠ لسنة ١٩٨٨

مظیریة دا رالکنب للطباعة والنخر با محمة الموصل





Power Electronic

G. Seguier

Trauslated by: Dr Ramzi A. Abdul haleem



G. Seguier

Trauslated by: Dr Ramzi A. Abdul haleem

